

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nábytku, designu a bydlení

Diplomová práce

**Moderní nátěrové systémy určené pro dokončování skříňového
nábytku**

Rok 2015

Bc. Jan Čtvrtník

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: **Moderní nátěrové systémy pro dokončování skříňového nábytku** zpracoval sám a uvedl jsem všechny použité prameny. Souhlasím, aby moje diplomová práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a uložena v knihovně Mendelovy univerzity v Brně, zpřístupněna ke studijním účelům ve shodě s vyhláškou rektora Mendelovy univerzity v Brně o archivaci elektronické podoby závěrečných prací.

Autor kvalifikační práce se dále zavazuje, že před sepsáním licenční smlouvy o využití autorských práv díla s jinou osobou (subjektem) si vyžádá písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuje se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla dle řádné kalkulace.

V Brně, dne:

.....

Bc. Jan Čtvrtník

.....

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. za pomoc při vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat paní Květoslavě Tobiášové za pomoc při zpracovávání laboratorních výsledků zkoušek. Poděkování také patří rodičům a přítelkyni za podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt:

Autor: Jan Čtvrtník

Česky:

Název diplomové práce: Moderní nátěrové systémy pro dokončování skříňového nábytku

Předmětem této diplomové práce je řešení problematiky dokončování skříňového nábytku moderními nátěrovými systémy. V teoretické části bude analyzován současný stav dokončování nábytkových dílců, základní druhy nátěrových hmot a budou posouzeny faktory ovlivňující kvalitu povrchové úpravy nábytku určeného do interiéru. Tato část také zahrnuje problematiku vad nátěrového filmu a to, co je způsobuje.

Výstupem práce je zároveň vyhodnocení vhodných nátěrových hmot pro dokončování skříňového nábytku. Testované zkušební vzorky budou vyrobeny z bukového masivu a z dřevotřískové desky odýhované bukovou dýhou. Jako zkoušené nátěrové hmoty byly vybrány vodouředitelné, polyuretanové a akrylátové nátěrové hmoty. Ověřované nátěrové systémy poté podstoupí sérii zkoušek, na jejichž základě se bude hodnotit vhodnost konkrétní nátěrové hmoty.

Klíčová slova: povrchová úprava, nábytek, buk, dýhovaná DTD

English:

Title of thesis: Modern coating systems for finishing cabinet furniture

The subject of this thesis is dealing with finishing of cabinet furniture with modern coating systems. The theoretical part will analyze the current state of finishing furniture parts, the basic types of coating and there will be assessed factors affecting quality finishes for furniture designed for an interior. This section also includes the issue of defects in film and what causes them.

The outcome of this thesis is also evaluating of appropriate paints for finishing of cabinet furniture. Samples will be made from beech wood and chipboard covered with beech veneer. As the test paints were selected waterborne, polyurethane and acrylic coatings. The samples then undergo a series of tests on the basis of which the suitability of a particular paint will evaluate.

Keywords: surface finish, furniture, beech, veneered chipboard

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce.....	11
3	Nátěrové hmoty	12
3.1	Dělení nátěrových hmot:	12
3.2	Tvorba a vznik nátěrového filmu	14
3.3	Druhy nátěrových hmot.....	15
3.3.1	Vodou ředitelné nátěrové hmoty	15
3.3.1.1	Disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty.....	16
3.3.2	Polyuretanové nátěrové hmoty.....	19
3.3.3	Polyakrylátové nátěrové hmoty	21
3.4	Porovnání doby zasychání vybraných nátěrových hmot.....	22
4	Rozpouštědla	22
4.1	Charakteristika rozpouštědel.....	23
4.2	Požadavky na rozpouštědla	24
5	Příprava povrchu	25
5.1	Vlastnosti dřeva	25
5.2	Broušení	25
6	Způsoby nanášení nátěrových hmot.....	27
6.1	Ruční nanášení	27
6.2	Pneumatické stříkání	27
6.3	Nanášení nátěrových hmot poléváním.....	28
6.4	Nanášení nátěrových hmot navalováním.....	28
6.5	Nanášení nátěrových hmot máčením.....	29
7	Vady povrchových úprav během dokončování povrchů	30
7.1	Pomerančová kůra	30
7.2	Bublinky při nanášení.....	30
7.3	Bublinky při vysoušení.....	31
7.4	Vznik mikropěny.....	31
7.5	Trhliny v lakové vrstvě.....	31

7.6	Nedostatečné vysoušení nebo vytvrzení.....	32
7.7	Šednutí ploch a šedé (matné) skvrny	32
7.8	Vpichy (bodové neslití nátěrové hmoty)	33
7.9	Nerovnoměrnost barevného odstínu nebo lesku	33
7.10	Nečistoty ve filmu	33
7.11	Kráterky.....	34
7.12	Silikonový efekt.....	35
7.13	Odtahování nátěrového filmu od hran	35
7.14	Stékání, závoje a přetoky	35
7.15	Přípustné množství defektů vzhledem ke skupině nátěrových hmot	36
8	Označování skupin nábytkových ploch	37
9	Příprava vzorků	37
9.1.1	Vzorky z bukového masivu.....	37
9.1.2	Vzorky dýhované bukovou dýhou.....	37
9.1.3	Značení vzorků	38
9.1.4	Váhy a nánosy na zkušebních vzorcích.....	39
10	Materiál a metodika	42
10.1	Použitý materiál	42
10.1.1	Nátěrové hmoty.....	42
10.1.1.1	Akrylát	42
10.1.1.2	Polyuretan	44
10.1.1.3	Vodouředitelné nátěrové hmoty	46
10.2	Použité stroje a zařízení	49
10.2.1	Stříkací pistole EST 314	49
10.2.2	Picogloss 503.....	50
10.2.3	BYKO-CUT Universal.....	51
10.2.4	Mikrotvrdoměr FL – 2000 H	51
10.2.5	Přípravky pro stanovení tvrdosti tužkami	52
10.2.6	Ultrazvukový tloušťkoměr.....	52
10.2.7	Nanášecí pravítko.....	53

10.3	Metodika	53
10.3.1	Hodnocení vzhledových vlastností	53
10.3.2	Měření tloušťky nánosu	54
10.3.3	Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 325 1 (ČSN 67 3031).....	54
10.3.4	Zkouška doby zasychání NH do stupňů zasychání dle ČSN 67 3052..	55
10.3.5	Měření lesku.....	56
10.3.6	Měření tvrdosti podle Buchholze.....	57
10.3.7	Zkouška odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce podle BS 3962	58
10.3.8	Zkouška tvrdosti nátěrového filmu tužkami.....	59
10.3.9	Zkouška přilnavosti nátěru – mřížková zkouška ČSN ISO 2409 (67 3085)	59
10.3.10	Odolnost nátěrového filmu vůči studeným kapalinám ČSN EN 12720 (91 0280).....	60
10.3.11	Odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla ČSN EN 12721 (91 0278)	62
11	Experimentální část	63
11.1	Hodnocení vzhledových vlastností	63
11.2	Měření tloušťky nánosu	64
11.3	Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 325 1 (ČSN 67 3031)	65
11.4	Zkouška doby zasychání NH do stupňů zasychání dle ČSN 67 3052	68
11.5	Měření lesku.....	72
11.6	Měření tvrdosti podle Buchholze.....	77
11.7	Zkouška odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce podle BS 3962	79
11.8	Zkouška tvrdosti nátěrového filmu tužkami	80
11.9	Zkouška přilnavosti nátěru – mřížková zkouška	81
11.10	Odolnost nátěrového filmu vůči studeným kapalinám ČSN EN 12720 (91 0280)	83
11.11	Odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla.....	83

12	Vyhodnocení výsledků	85
13	Diskuze	86
13.1	Stanovení vzhledových vlastností.....	86
13.2	Měření tloušťky nánosu	86
13.3	Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 325 1 (ČSN 67 3031)	87
13.4	Zkouška doby zasychání NH do stupňů zasychání dle ČSN 67 3052	87
13.5	Stanovení lesku povrchu.....	87
13.6	Měření tvrdosti podle Buchholze.....	87
13.7	Zkouška odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce podle BS 3962 88	
13.8	Zkouška tvrdosti nátěrového filmu tužkami	88
13.9	Zkouška přilnavosti nátěru - mřížková zkouška	88
13.10	Odolnost nátěrového filmu vůči studeným kapalinám ČSN EN 12720 (91 0280) 88	
13.11	Odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla.....	89
14	Závěr.....	90
15	Summary	93
16	Zdroje	95
16.1	Seznam literatury.....	95
16.2	Internetové zdroje.....	96
16.3	Normy	96
17	Seznamy	97
17.1	Seznamy obrázků	97
17.2	Seznamy tabulek	97
17.3	Seznam grafů.....	99
17.4	Seznam zkratk	100
18	Přílohy	101

1 Úvod

Povrchové úpravy byly vždy velmi důležitou součástí technologie výroby nábytku. Hrají velkou roli jak v estetice výrobku, tak v jeho ochraně před fyzikálními i mechanickými vlivy. Následkem toho jde vývoj rychle dopředu a objevují se stále nové typy povrchových úprav. Výrobci se snaží zrychlit technologii nanášení, zlepšit mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti nátěrových hmot, snížit jejich ekologickou stopu a také jejich cenu.

V dnešní době tedy může být problémem orientovat se v široké nabídce nejen nátěrových hmot, ale i ve výrobních technologiích. Uživatel musí znát základní rozlišení nátěrových hmot, jejich složení, způsoby nanášení, požadavky na konkrétní použití a princip jejich zkoušení. Velmi důležité je umět určit vady nátěrového filmu a znát jejich příčiny.

Dostatek informací o vlastnostech nátěrových hmot by měl přispět k výrobě kvalitních výrobků za přijatelnou cenu. Zároveň také uživatel dokáže zvolit z široké nabídky vhodnou nátěrovou hmotu a správnou technologii, což mu umožní vytvářet výrobky přesně podle jeho požadavků.

V dnešní době se klade velký důraz na ekologické aspekty výroby, nanášení a samotného užívání nátěrových hmot. Povrchové materiály tedy musí být zdravotně nezávadné a neměly by znečišťovat životní prostředí.

2 Cíl práce

Cílem teoretické části bude analyzovat současný stav dokončování nábytkových dílců a představit vlastnosti některých nově vyvíjených vodouředitelných nátěrových hmot. Součástí této části bude i problematika použitých rozpouštědel, přípravy povrchu a popis možných vad nátěrového filmu.

Cílem praktické části bude na připravené podkladové materiály z bukového masivu a zadýhované DTD, které budou zadýhované bukovou dýhou, nanést čtyři vybrané nátěrové systémy. U těchto zkušebních vzorků budou poté vypočteny reálné nánosy nátěrové hmoty a zkušební vzorky budou rovněž vizuálně zhodnoceny ohledně přítomnosti případných vad nátěrového filmu. U ověřovaných nátěrových systémů bude před dokončením zkušebních vzorků provedeno stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech, a také stanovení stupně zasychání zvolených nátěrových hmot. Dokončené zkušební vzorky budou následně testovány z pohledu fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů, přičemž jako první bude provedeno zjištění velikosti nánosu nátěrové hmoty na zkušebním vzorku. Následně budou zkušební vzorky ověřovány z pohledu přilnavosti nátěrové hmoty na podkladu (mřížková zkouška) a také její tvrdosti (tvrdost tužkami, tvrdost podle Buchholze), dále bude provedeno stanovení stupně lesku povrchu, odolnost povrchu vůči studeným kapalinám a odolnost povrchu vůči suchému a vlhkému teplu. Na základě výše uvedeného ověření fyzikálně-mechanických vlastností dokončených zkušebních vzorků, bude následně vyhodnocena vhodnost jednotlivých nátěrových systémů, určených na skříňový nábytek, a to podle požadavkové normy ČSN 91 0102.

3 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty mají nejenom dekorační a estetický vliv na dřevo, ale především ochranný. Nátěrové hmoty by měly zajistit ochranu před dřevokazným hmyzem, houbami, plísněmi, povětrnostními podmínkami, pronikáním vlhkosti do dřeva, a také by měly pokud možno snižovat rychlost hoření, což je vyžadováno zejména ve veřejných interiérech. Samozřejmě musíme vždy volit optimální nátěrové hmoty vzhledem k tomu, kde a jak je budeme používat. Dřevo je různorodý a nehomogenní materiál a různé druhy dřeva se liší i svou chemickou strukturou, proto je důležitým kritériem volba podkladového materiálu. Jiný nátěrový systém budeme používat na pórovité dřevo, jako je například dub, a jiný na dřevo s vysokým podílem pryskyřic, jako je například borovice.

Nátěrové hmoty také mohou pomoci zakrýt některé vady dřeva, nebo je naopak zvýraznit, ať už transparentními nebo pigmentovanými nátěrovými hmotami, mořidly, bělidly, lazurovacími laky. Jsou ale i případy, kdy nenanášíme nátěrovou na dřevo, ale jako podkladový materiál si zvolíme některý z materiálů na bázi dřeva jako například dřevotřískové desky, dřevovláknité desky, OSB desky atd.

Pro dosažení co nejlepší kvality povrchu musíme přesně dodržovat předepsaná kritéria, která začínají přípravou povrchu, pokračují nánosem nátěrové hmoty a končí vytvrzováním.

3.1 Dělení nátěrových hmot:

Rozdělujeme dva základní druhy povrchových úprav:

- Povrchové úpravy mokrou cestou – dokončování ploch masivního dřeva nebo materiálů na bázi dřeva pomocí nanášení tekutých nátěrových hmot a jejich následné vytvrzování.

- Povrchové úpravy suchou cestou – dokončování povrchu opláštěváním fóliemi, deskami, termokaširováním, nebo nalepením jiných materiálů. Zvláštní skupinu představují práškové nátěrové hmoty.

Práce se bude zabývat povrchovými úpravami mokrou cestou.

Rozdělení podle obsahu pigmentů:

- transparentní nátěrové hmoty
- pigmentované nátěrové hmoty
- nátěrové hmoty, které částečně zakrývají kresbu dřeva a dodávají dokončovanému povrchu jinou barvu (například lazurovací laky)

V dnešní době je sortiment nátěrových hmot velmi široký, proto byla zvolena označení pro snadnější orientaci. Označení nám pomáhá rozlišit jak barvu, tak základní surovinovou bázi nátěrové hmoty.

Písmena abecedy určují základní surovinovou bázi.

A - asfaltové nátěrové hmoty

B - bezrozpuštědlové nátěrové hmoty (polyesterové)

C - celulosové nátěrové hmoty

E - práškové emaily

H - chlorkaučukové nátěrové hmoty

K - silikonové nátěrové hmoty

L - lihové nátěrové hmoty

N - nátěrové hmoty pro úpravu kovových pásů

O - olejové nátěrové hmoty

U - polyuretanové nátěrové hmoty

V - vodové a emulzní nátěrové hmoty

P - pomocné přípravky

Na označování barevných odstínů se používá čtyřmístné číselné označení podle ČSN 67 3067 – Označování a hodnocení barevných odstínů nátěru, nebo podle stupnice RAL a NCS.

3.2 Tvorba a vznik nátěrového filmu

Kromě složení nátěrové hmoty vlastnosti povrchové úpravy ovlivňuje způsob tvorby nátěrového filmu. Po nanesení nátěrové hmoty prochází nátěr v průběhu sušení a vytvrzování změnami z kapalného skupenství (tekutého stavu) do skupenství tuhého (pevného stavu). Podle způsobu vzniku nátěrového filmu dělíme nátěrové hmoty na:

- **fyzikálně zasychající** – nátěrový film se vytvoří odpařením rozpouštědla z nátěrové hmoty. Do této skupiny patří např. nitrocelulose, lihové, olejo-voskové a vodouředitelné nátěrové hmoty.
- **vytvrzující chemickou reakcí** – patří sem nátěrové hmoty, jejichž nátěrové filmy vznikají chemickou reakcí dvou nebo více složek. Po přidání tvrdidla do nátěrové hmoty je zahájen chemický proces probíhající různou rychlostí. Každá namíchaná směs nátěrové hmoty a tužidla (synonymum tvrdidla) ve správném poměru má různě dlouhou, vždy však omezenou dobu zpracovatelnosti, tedy dobu, dokud natužená směs nátěrové hmoty neztuhne. Doba, za kterou směs po namíchání ztuhne, bývá označována jako doba životnosti nátěrových hmot nebo také pot life. Zvláštní skupinou jsou olejové nátěrové hmoty, u nichž vzniká film chemickou reakcí – oxidací olejových nátěrových hmot. Při oxidační reakci dochází ke změně nátěrové hmoty z kapalné fáze do tuhé, a tím k tvorbě nátěrového filmu.

- **vytvrzované UV a EBC zářením** – aplikace a tvorba nátěrového filmu u těchto nátěrových hmot zpravidla vyžaduje působení UV (ultrafialového záření) nebo EBC (vytvrzované proudem elektronů) záření emitovaného příslušnými lampami. Nátěrové hmoty musejí mít ve směsi vedle monomerů a oligomerů také fotoiniciátory, které pohltí vyzářenou energii UV záření – rtuťovou, galiovou LED lampou a EBC lampou. Po předání energie a iniciaci vzniknou z monomerů radiály, které vytvářejí příčné vazby mezi pojivy a podílejí se na stavbě polymerní sítě pojiva. (Tesařová, Hlavatý, Čech 2014)

3.3 Druhy nátěrových hmot

3.3.1 Vodou ředitelné nátěrové hmoty

Definice vodou ředitelných nátěrových hmot není zcela jednoznačná. Teoreticky za ně lze považovat jakoukoli hmotu, kterou lze ředit vodou. Ve vodou ředitelných nátěrových hmotách může mít voda funkce ředidla i rozpouštědla. Kromě vody obsahují vodou ředitelné nátěrové systémy ve větším nebo menším množství také pomocná organická rozpouštědla. Jejich podíl může kolísat v rozmezí 1–40 % počítáno na těkavý podíl nátěrové hmoty při aplikaci. (Meloun 2008)

Vodou ředitelné nátěrové hmoty se mohou dělit podle několika kritérií, například velikost pojiva, molekulová hmotnost, přítomnost funkční skupiny v pojivu, obsah a druh těkavých látek v nátěrové hmotě.

Při správném používání vodou ředitelných nátěrových hmot musí být dodrženo několik podmínek: okolní teplota musí být mezi 18–22 °C, teplota upravovaných součástí nesmí být menší než 15 °C, ideální vlhkost vzduchu je mezi 55–65 %, vodou ředitelné nátěrové hmoty nesmějí být skladované v teplotě nižší než 0 °C a je nutné, aby aplikační zařízení jednotky a potrubí byly zhotoveny z korozně odolného materiálu.

Rozdělení vodou ředitelných nátěrových hmot podle velikost částic a počtu funkčních skupin:

1- Koloidní systémy o velikosti částic cca 0,001 μ m

2- Pojiva vytvářející s vodou koloidně disperzní systém

3- Disperze

3.3.1.1 Disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty

Disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty na bázi disperzí polymerů mají řadu nesporných předností. Ve svém chování vykazují některé významné odchylky od rozpouštědlových nátěrových hmot.

Ve vodných disperzích nátěrových hmot je roztok filmotvorné látky nahrazen disperzí polymeru ve vodě, tj. pojivová část disperzních nátěrových hmot je tvořena malými kulovými částicemi polymeru rozptýlenými ve vodě. Disperze polymerů se obvykle vyrábějí emulzní polymerací z vhodných monomerů za přítomnosti iniciátorů a látek, které stabilizují jednak emulzi monomeru ve vodě, tak vznikající polymer. Pro stabilizaci se používají buď ochranné koloidy, např. vinylalkohol, nebo povrchově aktivní látky, které snižují povrchové napětí kapalin nebo mezifázové napětí nemísících se kapalin. (Kalenda, Kalendová 2004).

Tvorba pevného filmu z disperze je podstatně komplikovanější proces než tvorba filmu z roztoku. Během těkání vody z mokrého filmu se částice polymeru postupně navzájem přibližují a po překročení určité mezní vzdálenosti nastává spontánní flokulace, která je za vhodných podmínek následována koalescencí za vzniku souvislého filmu. Podle různých teorií se na tvorbě filmu podílí povrchové napětí, kapilární síly na zakřiveních o malém poloměru a difúze volných konců polymerních řetězců mezi jednotlivými částicemi. Tvorba filmů z disperzí závisí značně na teplotě, která ovlivňuje rychlost odpařování vody a fyzikální vlastnosti polymeru. Proto je třeba dodržet při aplikaci teplotu vyšší než minimální filmotvornou teplotu (MFT). Příliš vysoká teplota není pro tvorbu filmů také

nejpříznivější, protože voda se rychle odpařuje a nestačí se vytvořit bezvadný film. Podobně se uplatňuje i relativní vlhkost okolí, případně pórovitost substrátu. Z vlastností disperze je rozhodující plastický stav polymeru, vhodný aditivní systém a velikost částic disperze. Identita částic disperze ve vytvořeném filmu může být více nebo méně zachována, ale může i prakticky zaniknout. Závisí to na typu disperze a podmínkách tvorby filmu. Nízkomolekulární látky (soli, emulgátory aj.) obsažené v disperzi mohou ve filmu obklopotovat polymerní částice nebo jsou částicemi absorbovány, případně jsou vtlačovány do "kapes" uvnitř filmu nebo na povrch filmu. (Kalenda, Kalendová 2004).

Disperzní nátěrové hmoty se obecně skládají z pojivové složky, změkčovadla, pigmentů, plniv, ochranného koloidu, vody, smáčedla, odpěňovače, zahušťovadla, tlumivého roztoku, fungicidních a antikoročních prostředků, koalescentní látky atd.

Disperzní vodou ředitelné nátěrové hmoty se mohou dělit podle pojivové báze na:

- **PVAC disperze**

Disperze vytváří ve vodě nerozpustný film velmi dobře propouštějící plyny a vodní páru. Homopolymerní disperze PVAC jsou jednou z nejstarších průmyslově využívaných disperzí. V neměkčené formě zasychají v tenké vrstvě na téměř křehký film. Z tohoto důvodu se zpravidla změkčují přísadou změkčovadel. Nevýhodou takto upravených disperzí je skutečnost, že změkčovadla mohou migrovat do podkladu, případně částečně vyprchat. Nevýhodné vlastnosti homopolymerních disperzí z velké části odstraňují kopolymerní PVAC disperze.

- **Epoxidové disperze**

Tyto disperze jsou používané hlavně ve stavebnictví. Nátěrové filmy mají dobrou adhezi, dobré mechanické vlastnosti, odolnost vůči vodě a rozpouštědlům. Na druhou stranu jejich nevýhodou je špatná světlostalost.

- **Alkydové disperze**

V dnešní době pomalu ztrácejí význam.

- **Polyakrylátové disperze**

Výhodou těchto disperzí je rychlé zasychání a dobré mechanické vlastnosti. Problém je dolepování nesíťovaných nátěrových filmů, které je dáno termoplasticitou polymeru. S tím souvisí otázka stohovatelnosti upravených dílců při průmyslovém zpracování a rovněž například problém slepování křídla a rámu při povrchové úpravě oken. Pod pojmem akrylátová disperzní pojiva se rozumí disperze kopolymerů esterů kyseliny akrylové resp. methakrylové, tzv. čistě akrylátové, nebo disperze kopolymeru styrenu s akrylátovými estery (Meloun 2005)

- **Dvousložkové polyuretanové disperze**

Pod pojmem polyuretany chápeme velkou skupinu polymerních látek, vzniklých reakcí izokyanátů s látkami obsahujícími nejčastěji hydroxylovou skupinu. Základní sloučeniny jsou alifatické a aromatické izokyanáty. Rozpouštědlové polyuretany jsou postupně nahrazovány dvousložkovými polyuretany ředitelnými vodou (disperze), které poskytují nátěry téměř srovnatelných vlastností s rozpouštědlovými typy. Nátěrové filmy jsou lesklé, tvrdé, houževnaté a jsou vhodné pro nejnáročnější použití.

- **Core-shell disperze**

Tato technologie na bázi akrylátového polymeru nahrazuje tradiční složení modifikované akrylátové a dřívější alkydové pryskyřice. Disperze se připravují dvoustupňovou semikontinuální emulzní polymerací, což je proces, při kterém vznikají heterogenní částice obsahující oblasti o rozdílném složení a vlastnostech. V tomto případě je v první fázi připraven polymer o daném složení a následně je v jeho přítomnosti připraven druhý polymer odlišného složení. O tom, která část

bude na povrchu, a tudíž bude tvořit slupku částice (shell), a která bude tvořit jádro (core), rozhoduje mnoho parametrů, například polarita jednotlivých fází, kinetika a termodynamika polymerace, mezifázové napětí atd. Core-shell laky vynikají svou homogeností bez vzduchových bublinek ve filmu a vysokou transparentností. Používají se především jako vrchní nátěrové hmoty pro dokončování dveří a oken.

- **Power feed disperze**

Power feed disperze je velmi podobná výše uvedenému způsobu, ale na rozdíl od core-shell polymerace lze připravit částice s kontinuálně proměnným složením, tzn., že složení polymeru se postupně mění od centra částice směrem k povrchu. Tohoto efektu lze dosáhnout postupnou změnou složení směsi monomerů v průběhu polymerace.

3.3.2 Polyuretanové nátěrové hmoty

Polyuretanové nátěrové hmoty se dělí na jednosložkové (vytvrzují vzdušnou vlhkostí) a dvousložkové (čisté nebo kombinované s NC a akryláty). Skládají se z polyizokyanátové pryskyřice (tužidla) a složky obsahující hydroxylové skupiny. Jedná se o roztok alkydové, polyesterové nebo polyethylenové pryskyřice, polymerů, kopolymerů s obsahem různých hydroxylových skupin. Vlastnosti nátěrových filmů lze měnit úpravou struktury použité pryskyřice, molekulové struktury, nebo obsahem hydroxylových skupin. Lineární polyestery a polyethery s nepatrným počtem větvení a nízkým obsahem hydroxylových skupin poskytují po zesíťování vynikající ohebnost. Hustá síť uretanových vazeb poskytuje filmům vysokou tvrdost a odolnost vůči rozpouštědlům i kyselá alkalická hydrolyze. (Navrátil 2009). Jsou to vysoce reaktivní hmoty, které vyžadují obzvláštní pozornost a dodržování technologické kázně. Rozpouštědlo (obvykle etylacetát) nesmí obsahovat ani stopy vody, neboť ta reaguje s izokyanáty za uvolňování oxidu uhličitého. (Kalenda, Kalendová 2004). Polyuretanové nátěrové hmoty

se vzhledem k vynikajícím vlastnostem nátěru (tvrdost, odolnost vůči chemikáliím a rozpouštědlům) hodí k povrchové úpravě nábytku, který bude vystaven zvýšenému namáhání (například kuchyňský nebo laboratorní nábytek).

Mezi negativa těchto nátěrových hmot patří relativně pomalé schnutí, omezená životnost směsi a to, že obvykle obsahují izokyanáty.

Polyuretanové nátěrové hmoty vytvrzují při dílenské teplotě na vzduchu. Po odtěkání větší části rozpouštědel v dílenské teplotě lze zasychání urychlit přisoušením při teplotě 40 °C po dobu 1 až 3 hodin. Vyšší teplota se nedoporučuje, neboť u většiny typů polyuretanových hmot (zvláště u světlých odstínů) může dojít ke změně barevného odstínu. U přisoušení nátěrových filmů na porézních podkladech je nutné dokonalé uzavření pórů předchozím nátěrem, abychom zamezili vzniku puchýřů.

Toxicita PUR nátěrových hmot

Izokyanátová složka, základní složka tužidla, reaguje při pokojové teplotě se sloučeninami, které obsahují aktivní vodík, tedy i se vzdušnou vlhkostí, a tím i se všemi částmi těla, se kterými se dostane do styku. Izokyanáty jsou dráždivé jedy, které dráždí pokožku. Rozpouštědlové polyuretanové nátěrové hmoty také uvolňují při nanášení a vytvrzování organická rozpouštědla, a to 60 až 70 % původního nánosu nátěrové hmoty.

Výsledky výzkumu bylo prokázáno, že při práci s polyuretany narůstá nebezpečí vzniku astmatu a iritace kůže. Při práci s polyuretany je nutno zajistit přívod čistého vzduchu.

Dojde-li k přehřátí surovin u vytvrzených nátěrových filmů povrchových úprav, nastanou rozkladné reakce a uvolní se izokyanáty. Při pracích, jako je broušení, leštění, řezání předmětů opatřených čerstvými nátěry, je dobré zabezpečit dobré odsávání brusného prachu, protože izokyanátové skupiny, které neprojdou reakcí, působí dráždivě při vdechování. (Tesařová, Hlavatý, Čech 2014)

3.3.3 Polyakrylátové nátěrové hmoty

Pro lakařské účely mají význam estery kyseliny akrylové a methakrylové. Základní kyseliny se připravují z ethylen nitrilovou syntézou a esterifikací s různými alkoholy. Se stoupajícím počtem uhlíkových atomů se zvyšuje bod měknutí, ohebnost a odolnost proti nízkým teplotám a vodě, klesá však mechanická pevnost filmů a odolnost proti olejům a benzínům. Se stoupající molekulovou hmotností polyakrylátů nabývají produkty stále tužšího charakteru, od olejovité kapaliny až po tvrdou pryskyřici. Počet kopolymerů je mimořádně vysoký, a tak lze dále obměňovat vlastnosti těchto materiálů.

Všeobecné vlastnosti této skupiny syntetických pryskyřic jsou velmi dobré. Jsou vodojasné, nemění barvu ani na povětrnosti, prakticky nestárnou, jejich filmy jsou výborně přilnavé a chemicky odolné. Rozpustnost a snášenlivost jsou ovlivněny délkou řetězce. Lakařské typy jsou dobře rozpustné v éterech, ketonech, chlorovaných a aromatických uhlovodících. (Kalenda, Kalendová 2004).

3.4 Porovnání doby zasychání vybraných nátěrových hmot

Označení nátěrové hmoty	Zasychání		
	proti prachu	před broušení	před montáží
Nitrocelulózová	10-20 min	30 min	1-2 h
Polyurethanová rozpouštědlová	0,5 -2 h	3-4 h	5 - 48
Polyurethanová vodou ředitelná	1-2 h	4-5 h	16 h
Disperzní akrylátová vodou ředitelná	20 - 40 min	1 - 3h	3 -24
Syntetická	45 min - 6 h	60 min - 32 h	1,5 h - 32h
Olejová	6 -48	24 -48 h	24 - 72
Epoxidová	2 - 6 h	6 - 24 h	1 -7 dny

Obr. 1: Porovnání doby zasychání nátěrových hmot (Meloun 2008)

4 Rozpouštědla

Účelem rozpouštědla je převést filmotvornou látku do formy vhodné pro vlastní použití, tj. do roztoku. Důležitost role rozpouštědla vyplývá nejvíce z faktu, že mnoho látek projevuje svou nejlepší použitelnost v roztoku.

Rozpouštědlo můžeme zjednodušeně definovat jako kapalinu, pomocí které lze zpravidla pevnou látku převést do tekutého stavu. Tato definice, přestože neúplná, vyjadřuje obecnou myšlenku nejzákladnějšího použití rozpouštědel. (Kalenda, Kalendová 2004).

Nejdůležitější a cenově nejdostupnější rozpouštědlo je voda, nutno ale podotknout, že většina filmotvorných látek používaných ve výrobě nátěrových hmot, je ve vodě nerozpustných. Proto se používají organická rozpouštědla.

Organická rozpouštědla se v průmyslu nátěrových hmot používají hlavně k rozpouštění filmotvorných látek, a dále k ředění nátěrových hmot na konzistenci umožňující jejich vlastní nanesení na daný povrch. To znamená, že rozpouštědlo je pouze prostředkem umožňujícím přenos pevné látky z jednoho místa na druhé vhodným způsobem. Potom již rozpouštědlo není dále používáno a musí být z nanesené vrstvy nátěrové hmoty odstraněno obvykle odpařením v procesu schnutí. (Kalenda, Kalendová 2004).

4.1 Charakteristika rozpouštědel

Rozpouštědlo musí splňovat celou řadu požadavků kladených na danou nátěrovou hmotu. Proto je pro výběr důležité znát charakteristické vlastnosti rozpouštědel. Mezi nejdůležitější technologické vlastnosti patří:

- rozpouštěcí síla
- těkavost
- stabilita
- toxicita
- hořlavost
- barva

Tyto charakteristiky nepředstavují jednoduché vlastnosti, ale každá je ovlivňována několika faktory. Jeden a tentýž faktor může mít vliv na více než jeden parametr. Např. tlak nasycených par rozpouštědla, který je do značné míry závislý na molekulové hmotnosti, má vliv na těkavost, toxicitu a hořlavost. (Kalenda, Kalendová 2004).

Rozpouštěcí schopnost rozpouštědla závisí na charakteru mezimolekulárního vzájemného působení molekul rozpouštědla a filmotvorné látky. Rozpouštědla s vysokou polaritou či schopností tvořit vodíkové vazby (sloučeniny označující hydroxylové skupiny) dobře rozpouštějí polární filmotvorné látky (fenolické pryskyřice, polyvinylacetát ap.). Nepochopitelně uhlovodíková rozpouštědla dobře rozpouštějí nepolární či slabě polární látky (rostlinné oleje

ap.). Podle charakteru jejich působení na filmotvorné látky lze rozpouštědla rozdělit na:

- **pravá (aktivní) rozpouštědla** – sama přímo rozpouštějí určitou filmotvornou látku
- **nepravá (latentní) rozpouštědla** – sama určitou filmotvornou látku sice nerozpouštějí, ale jsou schopna ji rozpouštět ve směsi s pravými rozpouštědly
- **ředidla** – jsou určena k dodatečnému ředění nátěrových hmot před jejich použitím. Nemusí rozpouštět danou filmotvornou látku, ale musí být schopná snižovat viskozitu nátěrové hmoty bez vysrážení filmotvorné látky

Je nutné ještě poznamenat, že označení pravé či nepravé rozpouštědlo se vztahuje vždy na danou konkrétní filmotvornou látku, neboť určité rozpouštědlo (např. xylen) může být pravým rozpouštědlem pro jednu látku (alkydy) a nepravým rozpouštědlem pro druhou (nitrocelulosa). (Kalenda, Kalendová 2004).

4.2 Požadavky na rozpouštědla

Vzhledem k požadavkům, které výroba má, by mělo mít rozpouštědlo ideálně tyto vlastnosti:

- čiré a bezbarvé
- beze zbytku těkavé
- dlouhodobá chemická stabilita
- neutrální reakce
- slabý či příjemný zápach
- bez obsahu vody
- konstantní vlastnosti dle specifikace
- nehořlavé nebo málo hořlavé
- co nejméně toxické a biologicky odbouratelné

5 Příprava povrchu

Povrch, který je připraven k povrchové úpravě, musí být opracován tak, aby bylo možné nátěrovou hmotou docílit konečný efekt. Znamená to, že povrch musí být hladce vybroušen, musí být odstraněny a opraveny všechny viditelné vady, které by mohly posléze kazit konečný dojem z výrobku. Povrch musí být zbaven prachu a nečistot. Nečistoty a prach by mohly mít negativní vliv jak na snížení přilnavosti nátěrové hmoty k podkladu, tak na vytvrzování. Dobrá příprava povrchu má tedy zásadní význam pro dosažení konečné kvality výrobků a snižování nákladů výroby.

Charakteristickou operací přípravy povrchu je broušení, kterým se minimalizují povrchové nerovnosti, jsou odstraněny nečistoty a případné menší defekty způsobené předchozím opracováním.

5.1 Vlastnosti dřeva

Dřevo je přírodní látka s anizotropními vlastnostmi, které velmi zásadně ovlivňují i jeho vlastnosti a použití. Další vlastnosti dřeva, které ovlivňují vzhledové i užité vlastnosti dřeva, dělíme na:

- makroskopické – mezi hlavní makroskopické znaky dřeva patří letokruhy, dřeňové paprsky, cévy, pryskyřičné kanálky, suky, barva dřeva, lesk dřeva atd.
- mikroskopické – popisují buněčnou strukturu
- fyzikálně-mechanické
- chemické složení dřeva

5.2 Broušení

Broušení můžeme charakterizovat jako proces obrábění dílce, při kterém se z povrchu materiálu ubírá tříska (popřípadě mikrotříska nebo prach) pomocí nástroje. Nástrojem jsou v tomto případě brusná zrna, která jsou nalepena na podkladu (například plátno nebo papír) nebo jsou rozptýlená v tzv. brusné pastě.

Důležitou charakteristikou broušení je negativní uložení brusných zrn. Následkem toho se tříška odebírá škrabáním dřevních vláken. Dalším důležitým znakem je malý prostor pro ukládání třísky. To způsobuje, že broušením nedosahujeme velkých úběrů jako například u frézování, ale na druhou stranu je povrch po broušení daleko hladší. Velikost úběru je možné u broušení částečně ovlivňovat směrem, jakým brousíme. V případě, že brousíme směrem napříč vláken, tak je dosahováno většího úběru, na druhou stranu jsou vidět na povrchu stopy po broušení. Při broušení podél vláken máme menší úběry, ale broušení nezanechává stopy. Proto se tyto dva směry kombinují tak, abychom dosáhli co nejlepšího povrchu i nejlepšího řešení po ekonomické stránce.

Činitele ovlivňující broušení:

- **druh obráběného materiálu**
- **vlhkost materiálu**
- **nástroj – druh brusného prostředku**
- **podmínky při broušení**
- **technický stav stroje**

6 Způsoby nanášení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty se dají nanášet buď ručně, nebo strojně. Do ručního nanášení patří nanášení štětcem, válečkem, polnou, houbičkou atd. Mezi strojní nanášení patří stříkání, polévání, navalování a máčení.

Způsob nanášení je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují výsledné vlastnosti nátěrového filmu. Způsoby nanášení mohou být posuzovány z několika pohledů, mezi které patří hlavně produktivita (ekonomie procesu) a výsledná kvalita nánosu. Každá z používaných metod má své klady i zápory, které jsou popsány níže.

6.1 Ruční nanášení

Princip tohoto způsobu spočívá v ručním nanášení nátěrové hmoty, což má za důsledek malé náklady na provoz a volné místo, ale na druhou stranu nevýhodou této metody je malý výkon a nerovnoměrný nános nátěrové hmoty.

6.2 Pneumatické stříkání

Principem pneumatického stříkání je rozprašování nátěrové hmoty pomocí tlaku vzduchu stříkacího zařízení. Ta se v podobě disperzní směsi se vzduchem usměrňuje na zušlechťovaný dílec, kde se vytváří souvislý nátěrový film. Je to jedna z nejpoužívanějších technik, a to hlavně v zakázkové výrobě. Kvalitu výsledného povrchu ovlivňuje několik aspektů, mezi které patří například konzistence nátěrové hmoty, průměr trysky, tlak vzduchu, nastavený poměr vzduchu a nátěrové hmoty, vzdálenost pistole od dokončovaného dílce, rychlost a četnost projití paprsku stříkaného nátěru přes dílec.

Nevýhoda stříkání se ukazuje hlavně při stříkání výrobků, které mají buď složitý tvar, nebo u výrobků malých rozměrů. V takových případech dochází k velkým ztrátám nátěrových hmot prostřikem, kdy část nátěrové hmoty dopadá mimo stříkaný předmět, a tím vznikají ztráty.

Dále je nutné vzít v úvahu, že stříkání nátěrové disperze přímo ovlivňuje hygienické a bezpečnostní podmínky pracovního prostředí. Z tohoto důvodu musí

být pracovní prostor dobře odvětrán, k čemuž slouží stříkací kabina. Jedná se o zařízení, které z prostoru odsává a zachycuje výpary a rozprášenou nátěrovou hmotu. Podle typu konstrukce lze kabiny rozdělit na zařízení se vzdušnou, olejovou nebo vodní clonou a na zařízení s nepřetržitým a přerušovaným provozem.

6.3 Nanášení nátěrových hmot poléváním

Tato technologie spočívá v tom, že nátěrová hmota vytéká úzkou štěrbinou a vytváří souvislou tenkou clonu. Ta pak dopadá na povrch zušlechťovaného výrobku, který je nesen dopravníkovým pásem ve vodorovné poloze. Nátěrová hmota, která dopadá mimo povrch dílce, je zachytávána do žlábků a odtud putuje zpět do zásobníkové nádrže. Z nádrže je poté čerpána přes filtrační zařízení, kde se odstraní případné nečistoty, které by mohly narušit clonu, do polévací hlavy. Po projití clonou se na výrobku tvoří souvislý nános.

Velkou předností tohoto způsobu jsou velmi malé ztráty nátěrové hmoty (2–4 %). Ztráty, které v této technologii vznikají, jsou způsobeny především při výměně nátěrové hmoty nebo při čištění stroje. Další výhodou je vysoký výkon a možnost zařazení stroje do linky. Na druhou stranu mezi nevýhody patří to, že nelze nanášet nátěrovou hmotu na jiné než rovinné dílce, a také možnou náchylnost vytvořené clony na vnější podněty, například na průvan.

6.4 Nanášení nátěrových hmot navalováním

Navalováním lze nanášet různě velké nánosy nátěrové hmoty v široké oblasti viskozity. Množství nánosu nátěrové hmoty je plynule nastavitelné. Uvedený postup lze aplikovat pouze na rovinné dílce, mezi kterými mohou být jen minimální tloušťkové rozdíly. Předností je vysoký výkon, malé ztráty (2–5 %) a především možnost dokonalé mechanizace a automatizace procesu.

Princip zařízení umožňuje nanášet hmoty o poměrně vysoké konzistenci (vysokosušinové nátěrové hmoty) a spočívá v tom, že se ze zásobníku čerpá nátěrová hmota do prostoru mezi dvěma válci, kdy jeden je dávkovací (kovový) a druhý je nanášecí (s gumovým povrchem). Otáčkami (rychlostí i směrem)

a vzdáleností dávkovacího válce od nanášecího se reguluje množství nánosu. (Liptáková, Sedliačik 1989)

6.5 Nanášení nátěrových hmot máčením

Při máčení se dílec ručně, nebo pomocí dopravníků ponořuje do fyzikálně zasychající nátěrové hmoty a opět se vytahuje. U máčení musí být vzájemně přizpůsobena viskozita nátěrové hmoty, rychlost, kterou je dílec namáčen do nádrže a opět vytahován, rychlost stékání nátěrových hmot z dílce a rychlost, jakou nátěrová hmota zasychá. Máčením dílce impregnujeme a opatřujeme základním a krycím nátěrem. Výsledná úprava dosahuje střední kvality povrchu. (Suchý 2006) Tento způsob se používá na složité dílce, které ovšem nemají žádnou dutinu, kde by mohla zůstat nátěrová hmota. Dále se také používá na malé dílce. Nevýhodou tohoto způsobu je, že potřebujeme velké množství nátěrové hmoty, musíme jí udržovat bez nečistot, a dále velké ztráty při výměně nátěrové hmoty.

7 Vady povrchových úprav během dokončování povrchů

Při dokončování povrchové úpravy výrobku se mohou při nanášení nebo na již zaschlém nebo vytvrzeném povrchu objevit vady.

7.1 Pomerančová kůra

Film nátěrové hmoty se neslévá do roviny, ale zanechává zvrásněnou strukturu.

Příčiny:

- Použití nevhodného ředidla.
- Příliš velký teplotní rozdíl mezi nátěrovou hmotou a dokončovaným povrchem.
- Nevhodný stříkací tlak (nedostatečná atomizace) nebo držení stříkací pistole v nesprávné vzdálenosti od povrchu.
- Příliš vysoká cirkulace vzduchu v prostoru stříkání (odsávání kabiny) nebo při vysoušení.
- Příliš studená nátěrová hmota.
- Vliv základu, například nedostatečné broušení.

7.2 Bublinky při nanášení

Vznikají bezprostředně po dopadu na plochu, nebo již "naprší" na plochu z clony.

Příčiny:

- Netěsnosti v kanálcích stříkací pistole nebo v nasávacím systému vysokotlakého zařízení.
- Bublinky z nátěrové hmoty při nevhodném seřízení clonového nanášecího stroje.
- Použití nevhodného ředidla.
- Vzduch z dokončovaného dílce, například póru, při nesprávné teplotní bilanci.

- Vysoký tlak při nanášení nátěrové hmoty stříkáním.

7.3 Bublinky při vysoušení

Bublinky se postupně objevují v mokřém nátěrovém filmu, s malým časovým odstupem od nanesení.

Příčiny:

- Vysoká teplota nebo pohyb vzduchu v odpařovací zóně hned po nanesení.
- Příliš krátká doba po odpaření rozpouštědel mezi nanesením a zvýšením teploty ve vysoušecí zóně.
- Nevhodná volba ředidla, nátěrový film se uzavřel dříve, než se stačila odpařit pomalejší rozpouštědla.
- Nátěrová hmota má příliš velké povrchové napětí.
- Stříkání těsně před začátkem polymerace nátěrových hmot.
- Špatná vzdálenost od nanášené plochy.
- Značná tloušťka jednotlivých nánosů.
- Hluboké póry dřeva.
- Špatně broušené plochy.
- Příliš malá hustota suroviny, zvláště u dřeva meranti nebo eukalyptu.
- Příliš nízká vlhkost vzduchu při aplikaci, která zkracuje čas pro uvolnění vzduchu z pórů.

7.4 Vznik mikropěny

Příčiny:

- Příliš vysoké rozprášení stříkané barvy.
- Velmi suchý vzduch v oblasti stříkacího místa.

7.5 Trhliny v lakové vrstvě

Příčiny:

- Dřevo v nátěrové vrstvě pracuje.

- V nátěrové vrstvě vzniká velké pnutí.
- Vysoká křehkost nátěrového filmu.
- Trhliny ve tvaru pavučiny zapříčiněné použitím staré směsi laku s tužidlem.

7.6 Nedostatečné vysoušení nebo vytvrzení

Příčiny:

- Nedostatek času, teploty nebo cirkulace vzduchu při vysoušení (vytvrzování).
- Nedostatečně předehřáté dílce.
- Teplota v průběhu vytvrzování poklesla příliš nízko (v nočních hodinách).
- Nesprávné tužidlo nebo jeho nesprávné množství.
- Znehodnocené tužidlo (PUR tužidla znehodnocuje kontakt se vzdušnou vlhkostí).
- Parafín nebo vosk v podkladu (například v aglomerované konstrukční desce) může zcela znemožnit řádné vysušení.

7.7 Šednutí ploch a šedé (matné) skvrny

Příčiny:

- Probroušení základní vrstvy nebo její rozpuštění tou následující.
- Vrchní vrstva je nanášena před úplným doschnutím základní vrstvy.
- Při základování nebyly smočeny póry.
- Nátěrový film se nespojí s dokončovaným povrchem (nejčastěji polyester na některých dřevinách jako teak nebo borovice).
- Nátěrový film byl vystaven velkým tvarovým změnám.
- Vysoká vlhkost dřeva, povrchu dílce nebo okolního prostředí.
- Bublinky, které popraskaly, později zanechávají tmavé skvrny.
- Vysoký obsah pigmentů v mořidle.
- Mořidlo neproniklo do pórů.

7.8 Vpichy (bodové neslití nátěrové hmoty)

Vpichy vznikají při nanášení a je třeba je odlišit od kráterků a defektů způsobených bublinkami. Pokud se objeví spolu s pomerančovou kůží, mohou mít stejnou příčinu.

Příčiny:

- "Suché" stříkání (mnoho vzduchu nebo velká vzdálenost).
- Vysoká teplota nebo pohyb vzduchu při stříkání nebo vysoká teplota dílce.
- Nesprávná viskozita - nedostatečné naředění nebo studená nátěrová hmota.
- Nátěrová hmota se propadá do porézního aglomerovaného materiálu.
- Nátěrová hmota nesmočila póry dřeviny (při přerušení nebo nedostatečném odprášení prachu z předchozího broušení).
- Základní nános se rozpouští vlivem vrchního laku.
- Vrchní lak není schopen plnit póry.

7.9 Nerovnoměrnost barevného odstínu nebo lesku

Příčiny:

- Nestejnoměrný nános nátěrové hmoty (například stříkání pod ostrým úhlem, z malé vzdálenosti nebo stříkání nevhodnou nebo poškozenou tryskou).
- Stará nebo nedostatečně promíchaná nátěrová směs.
- Základní vrstva byla nerovnoměrně obroušená nebo místy probroušená.
- Použití jiného ředidla.
- Změna viskozity (jinak naředěno).
- Změna teploty dílců nebo nátěrové hmoty.

7.10 Nečistoty ve filmu

Příčiny:

- Nedostatečně odprášený povrch dílce před nanášením (příčinou obtížného odprášení bývá elektrický náboj).

- Uvolněné nečistoty ze systému (hadice, pumpa, kontejner) při změně nátěrové hmoty – především při přechodu na agresivnější ředidlo.
- Nachytání prachových částic do mokrého nátěrového filmu (přitahování elektrostatikou).
- Nasátí nečistot ventilátorem vysoušecího tunelu z venkovního prostředí (saze, popílek, pyl apod.).
- Nečistoty z rozvodu tlakového vzduchu (nejčastěji olej nebo kondenzát).
- Nečistoty v laku.
- Znečištěné pracovní nářadí.
- Gelové napolymerované částice v nátěrovém filmu.

7.11 Krátery

V mokřém celistvém nátěrovém filmu se bezprostředně po nanesení začnou propadat malé prohlubně

Příčiny:

- Nízké povrchové napětí hmoty.
- Silikonový efekt.
- Základní nános stříkán příliš za sucha nebo v malém množství.
- Základní nános se rozpouští vlivem vrchního laku.
- Vrchní lak není schopen plnit póry.
- Na hruboporéznicích druzích dřev lak absorboval do dýhy a póry jsou otevřené.
- Velmi velký nános nanášený, vysoušený a vytvrzovaný za vysoké teploty nebo teplý podklad.
- Nevhodný typ ředidla.
- Stará nátěrová hmoty.
- Nesprávný průběh polymerace.
- Zvednuté dřevní vlákno.

- Povrch znečištěný mastnotou nebo prachem.
- Studená nátěrová směs, studené dílce.
- Použití materiálů obsahujících silikon nebo mastnotu (spreje, krém na ruce).
- Použití nevhodných rukavic.

7.12 Silikonový efekt

Projevuje se jako typická kolečka propadlého filmu – "rybí oka" nebo i větší skvrny zeslabeného filmu nátěrové hmoty.

Příčiny:

- Neodloučený olej z tlakového vzduchu nebo nevhodné mazivo na pumpy nátěrových hmot.
- Jiná technická maziva z výrobního procesu.
- Aerosol z mazacích a leštících sprejů.
- Ochranné, regenerační a dermatologické krémy.

7.13 Odtahování nátěrového filmu od hran

Příčiny:

- Nadměrná rychlost dopravního pásu u polévacího stroje.
- Znečištění okrajů dílců (tavné lepidlo).
- Nevhodné rozpouštědlo.

7.14 Stékání, závoje a přetoky

Příčiny:

- Nadměrný nános nátěrové hmoty.
- Nesprávné stříkání.
- Stříkání nevhodnou nebo poškozenou tryskou.
- Nanášená nátěrová hmota je příliš stékavá - nedostatečně tixotropní.
- Nátěrová hmota je příliš naředěná.

- Ředidlo se odpařuje příliš pomalu.
- Překročení doporučeného nánosu nátěrové hmoty.
- Vysoká teplota nátěrové směsi (léto).
- Při stékavosti je druhá vrstva nátěrové hmoty nanášena před polymerací prvního nánosu. (Tesařová, Hlavatý, Čech 2014)

7.15 Přípustné množství defektů vzhledem ke skupině nátěrových hmot

Druh defektu	Funkční skupina nábytkových dílců							
	A, B		C		D,		E F	
	m	g	m	g	m	g	m	g
neklidný povrch	2	2	2	2	3	2	3	2
pomerančová kůra	1	1	1	1	2	2	3	3
trhlinky	1	1	1	1	2	1	2	2
stříbrné a bílé póry	1	1	1	1	2	2	3	3
bublinky	1	1	1	1	2	1	2	2
mechanické nečistoty a poškození	1	1	1	1	2	2	2	2
matná nebo lesklá místa	1	1	1	1	2	2	3	3
zbytky parafinu	1	1	1	1	2	2	2	3
stopy po broušení	2	2	1	1	2	2	3	3
kopírování podkladu	3	2	1	1	3	2	3	3
barevné skvrny	2	2	1	1	2	2	2	2

Obr. 2: Přípustné množství defektů vzhledem ke skupině NH (ČSN 91 0102)

8 Označování skupin nábytkových ploch

Označení skupin nábytkových ploch	Název skupiny	Plochy příslušející do skupiny
A	Pracovní plochy	Pracovní plochy kuchyňských souborů, pracovní plochy stolů pracovních a manipulačních kuchyňských
B	Ostatní pracovní plochy	Horní plochy stolových desek u stolů mycích, jídelních, pracovních a manipulačních, pracovní plochy kuchyňských příborníků, psacích stolků doplňkových, dětských a ostatních a ostatní plochy nábytku určené k vykonávání určité pracovní činnosti (vnitřní) plochy klopou barových skříněk, vnitřní plochy klopou sloužící k určité pracovní činnosti, horní plochy toaletních a nočních stolků)
C	Vnější přední plochy	Vnější plochy dveří posuvných, s vertikální i horizontální osou otáčení, čel zásuvek, vnější plochy předních čel a vnitřní plochy zadních čel lehacího nábytku
D	Plochy sedacího nábytku	Všechny viditelné plochy sedacího nábytku
E	Ostatní vnější viditelné plochy	Vertikální vnější plochy bez omezení výšky korpusů, soklů, noh, lubů a noh stolů, horizontální vnější plochy do výšky 1700 mm včetně vnitřních ploch nik, dveří a klopou
F	Vnitřní viditelné plochy	Vnitřní plochy viditelné při používání, vnitřní plochy posuvných dveří, horizontální vnitřní plochy nad výšku 1700 mm, plochy nik, vnitřní plochy za skleněnými dveřmi

Obr. 3: Označování skupin nábytkových ploch (ČSN 91 0102)

9 Příprava vzorků

Z důvodu větší rozmanitosti podkladových materiálů bylo zhotoveno 20 vzorků z bukového masivu a 20 vzorků z DTD dýhovaných bukovou dýhou.

9.1.1 Vzorky z bukového masivu

Vzorky byly zhotoveny z bukové spárovky o rozměrech 300 x 210 x 20 mm. Vzorky byly naformátovány a broušeny brusným papírem o hrubosti 120. Hrany byly strženy.

9.1.2 Vzorky dýhované bukovou dýhou

Jako středový materiál byla použita DTD o rozměrech 300 x 210 x 12 mm. Vzorky byly naformátovány a plochy byly dýhovány bukovou dýhou o tloušťce 1 mm. Poté byly vzorky formátovány, aby se odstranily přesahy dýhy. Hrany poté byly olepny bukovou dýhou o tloušťce 1,5 mm.

9.1.3 Značení vzorků

Vzorky byly pro lepší orientaci číselně označeny raznicí.

Číslo vzorku	Materiál	Nátěrová hmota
10	Masiv	Akrylát LJA 99 + LUA 464
11	Masiv	Akrylát LJA 99 + LUA 464
12	Masiv	Akrylát LJA 99 + LUA 464
13	Masiv	Akrylát LJA 99 + LUA 464
14	Masiv	Akrylát LJA 99 + LUA 464
15	Dýha	Akrylát LJA 99 + LUA 464
16	Dýha	Akrylát LJA 99 + LUA 464
17	Dýha	Akrylát LJA 99 + LUA 464
18	Dýha	Akrylát LJA 99 + LUA 464
19	Dýha	Akrylát LJA 99 + LUA 464
20	Masiv	PUR LBA 42 + LGA 22
21	Masiv	PUR LBA 42 + LGA 22
22	Masiv	PUR LBA 42 + LGA 22
23	Masiv	PUR LBA 42 + LGA 22
24	Masiv	PUR LBA 42 + LGA 22
25	Dýha	PUR LBA 42 + LGA 22
26	Dýha	PUR LBA 42 + LGA 22
27	Dýha	PUR LBA 42 + LGA 22
28	Dýha	PUR LBA 42 + LGA 22
29	Dýha	PUR LBA 42 + LGA 22
30	Masiv	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
31	Masiv	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
32	Masiv	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
33	Masiv	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
34	Masiv	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
35	Dýha	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
36	Dýha	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
37	Dýha	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
38	Dýha	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
39	Dýha	Vodouředitelný HAC 08 + HEC 54
40	Masiv	Vodouředitelný HFC 23 910
41	Masiv	Vodouředitelný HFC 23 910

Tab. 1: Značení vzorků 1/2

Číslo vzorku	Materiál	Nátěrová hmota
42	Masiv	Vodouředitelný HFC 23 910
43	Masiv	Vodouředitelný HFC 23 910
44	Masiv	Vodouředitelný HFC 23 910
45	Dýha	Vodouředitelný HFC 23 910
46	Dýha	Vodouředitelný HFC 23 910
47	Dýha	Vodouředitelný HFC 23 910
48	Dýha	Vodouředitelný HFC 23 910
49	Dýha	Vodouředitelný HFC 23 910

Tab. 2: Značení vzorků 2/2

9.1.4 Váhy a nánosy na zkušebních vzorcích

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo

(20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo

(20 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Hmotnost bez PÚ [g]	Mokrý základ [g/m ²]	Před broušením [g]	Po broušení [g]	Mokrý vrch [g/m ²]	Po vytvrzení [g]
10	1086,48	70,56	1090,81	1090,48	95,08	1094,72
11	1097,85	76,98	1102,23	1101,81	99,52	1106,03
12	1064,39	86,82	169,39	1069,09	104,23	1073,62
13	1076,07	87,70	1081,05	1080,75	98,63	1076,97
14	1068,11	86,41	1072,88	1072,66	91,05	1085,12
15	802,54	71,54	807,36	807,11	98,60	811,54
16	867,43	99,68	873,29	873,02	94,62	877,09
17	890,99	91,44	895,61	895,36	111,47	899,92
18	885,11	72,63	889,18	888,85	112,49	892,98
19	797,38	91,36	802,85	802,62	110,39	807,48

Tab. 3: Váhy a nánosy zkušebních vzorků č. 1

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Hmotnost bez PÚ [g]	Mokrý základ [g/m ²]	Před broušením [g]	Po broušení [g]	Mokrý vrch [g/m ²]	Po vytvrzení [g]
20	1067,59	106,63	1074,74	1074,56	128,28	1082,46
21	1052,88	93,44	1059,38	1059,17	130,87	1067,51
22	1060,94	101,37	1067,74	1067,37	140,64	1075,89
23	1052,45	103,14	1059,70	1059,46	126,02	1067,78
24	1066,58	109,36	1073,73	1073,52	114,89	1081,21
25	806,56	113,72	813,93	813,81	123,99	821,41
26	815,37	94,26	822,06	821,93	120,59	829,40
27	806,98	100,33	813,50	813,40	143,81	822,01
28	798,71	105,69	805,90	805,74	112,85	812,62
29	805,35	101,71	811,98	811,85	154,66	821,06

Tab. 4: Váhy a nánosy zkušebních vzorků č. 2

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda (10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda (10 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Hmotnost bez PÚ [g]	Mokrý základ [g/m ²]	Před broušením [g]	Po broušení [g]	Mokrý vrch [g/m ²]	Po vytvrzení [g]
30	1075,62	76,09	1079,36	1078,82	142,55	1080,16
31	1091,34	76,64	1095,09	1094,58	143,03	1103,86
32	1047,82	86,34	1050,72	1049,94	148,70	1059,28
33	1051,30	79,85	1054,30	1053,76	134,49	1061,32
34	1054,79	77,19	1058,09	1057,52	136,13	1065,19
35	838,01	79,57	843,14	842,79	130,93	850,54
36	842,33	89,19	847,92	847,53	125,36	854,68
37	864,48	99,54	870,67	870,37	140,48	878,22
38	793,52	147,50	798,53	798,07	136,07	805,42
39	812,21	94,33	818,03	817,57	122,97	824,45

Tab. 5: Váhy a nánosy zkušebních vzorků č. 3

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda
(10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda
(10 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Hmotnost bez PÚ [g]	Mokrý základ [g/m ²]	Před broušením [g]	Po broušení [g]	Mokrý vrch [g/m ²]	Po vytvrzení [g]
40	1069,06	128,07	1073,53	1072,96	114,48	1078,91
41	1087,43	96,72	1093,23	1092,60	131,76	1100,52
42	1091,51	101,78	1098,24	1097,81	99,59	1103,29
43	1069,22	101,84	1075,53	1075,06	114,89	1080,67
44	1058,69	107,58	1065,98	1065,45	103,55	1071,25
45	847,23	103,08	852,74	852,48	98,45	857,63
46	859,54	89,63	864,44	864,18	104,17	869,78
47	861,18	100,84	866,19	865,91	107,28	871,62
48	863,48	90,49	868,16	867,75	120,80	873,98
49	803,46	103,95	810,37	809,98	93,03	815,48

Tab. 6: Váhy a nánosy zkušebních vzorků č. 4

10 Materiál a metodika

10.1 Použitý materiál

10.1.1 Nátěrové hmoty

Prvním krokem experimentální části byl samotný výběr laků, které budou zkoušeny. Nakonec jsem se rozhodl z důvodu co největší rozmanitosti vybrat laky na různé bázi. S ohledem na to, co se dnes nejčastěji používá, byla vybrána akrylátová, polyuretanová a vodouředitelná báze. Níže jsou uvedeny informace o vybraných lacích z technických listů od výrobce.

10.1.1.1 Akrylát

10.1.1.1.1 LJA 99 – akrylový základ transparentní

Tento základ je určen pro povrchy jak s uzavřenými, tak s otevřenými póry, bělené dřevo apod. Mezi jeho hlavní přednosti patří to, že zdůrazňuje kresbu otevřených pórů, velmi rychle zasychá a má vynikající brousitelnost. Použité tužidlo LBN 99 (20 % hmotnosti), použité ředidlo LZC 1026.

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota	0,930±0,01
kg/l	
Sušina (LJA 99 + tužidlo)	27±1 %
Viskozita (Fordův pohárek č. 4)	30±2 s
Zpracovatelnost směsi	3 hodiny
Interval mezi jednotlivými vrstvami bez broušení (min. – max.)	1–4 hodiny
Zasychání (20 °C)	
a) proti prachu	10 minut
b) na dotek	30 minut
c) plně vytvrzen	6 hodin
Brousitelný (minimálně)	po 12 hodinách
Nanášení konečných úprav (minimálně)	po 12 hodinách
Brousit těsně před aplikací další vrstvy	

Skladovatelnost (LJA 99) 8 měsíců

Skladovatelnost tužidel 4 měsíce

10.1.1.1.2 LUA 464 – akrylový lak transparentní

Používá se jako konečná úprava povrchů s otevřenými póry, především na nábytek s požadavkem na vysokou transparentnost. Je možné jej sušit v horkovzdušných tunelech, má vynikající odolnost proti poškrábání a poškození. Vyznačuje se velmi dobrým rozléváním a příjemným vzhledem. Použité tužidlo LBN 99 (20 % hmotnosti), použité ředidlo LZC 1026.

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota 0,920±0,01

kg/l

Lesk 15±2 %

Sušina 23±1 %

Sušina (LUA + tužidlo) 26±2 %

Viskozita (Fordův pohárek č. 4) 28±2 s

Viskozita (LUA + tužidlo, Fordův pohárek č. 4) 23±2 s

Zpracovatelnost směsi 3–4 hodiny

Zasychání (20 °C)

a) proti prachu 8 minut

b) na dotek 35 minut

c) plně vytvrzen 12 hodin

Zasychání v sušícím tunelu (40–60 °C) 45 minut

Tvrдость povrchu vynikající

Odolnost v domácnosti dobrá

Odolnost v exteriéru dobrá

Odolnost žloutnutí střední

Skladovatelnost 8 měsíců

Skladovatelnost tužidel 4 měsíce

10.1.1.1.3 LBN 99 – tužidlo

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota	0,940±0,01
kg/l	
Sušina	22,25±1 %
Isokyanátové číslo	7,14
Skladovatelnost	4 měsíce

10.1.1.1.4 LZC 1026 – ředidlo

Fyzikálně-chemické vlastnosti

Hustota	0,850 kg/l
Vzhled	čirý a bezbarvý
Odpařování	střední

10.1.1.2 Polyuretan

10.1.1.2.1 LBA 42 – polyuretanový základ transparentní

Používá se jako základní lak pro všechny druhy nábytku. Je určený především pro nanášení stříkáním na linkách se stabilním uchycením stříkací pistole. LBA 42 má vysoký obsah sušiny, je nestékavý, rychleschnoucí, má vynikající brousitelnost (ruční i strojovou). Použité tužidlo LBN 42 (50 % hmotnosti). Použité ředidlo LZC 1026.

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota (LBA 42)	1,007±0,01 kg/l
Hustota (LBN 42)	0,973±0,01
kg/l	
Sušina (LBA 42)	47±2 %
Sušina (LBN 42)	29±2%

Viskozita (LBA 42 – Fordův pohárek č. 4)	63±2 s
Viskozita (LBA 42 + LBN 42 – Fordův pohárek č. 4)	18±2s
Zpracovatelnost směsi	2 hodiny
Zasychání (20 °C)	
a) proti prachu	15 minut
b) na dotek	30 minut
c) plně vytvrzen	12 hodin
Interval mezi jednotlivými vrstvami bez broušení (min. – max.)	45 min – 3 h
Brousitelný (minimálně)	po 4 hodinách
Nanášení konečných úprav (minimálně)	po 20 hodinách

10.1.1.2.2 LGA 22 – polyuretanový lak transparentní

Používá se na matné interiérové konečné úpravy veškerého nábytku, dveří, zárubní, židlí a dřevěných předmětů všeobecně. Vyznačuje se velmi dobrou plnicí schopností, výbornou povrchovou tvrdostí a je příjemný na dotek. Použité tužidlo LBN 42 (50 % hmotnosti). Použité ředidlo LZC 1026.

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota	1,005 kg/l
Lesk	22±2 %
Viskozita (LGA 22 – Fordův pohárek č. 4)	45±2 s
Viskozita (LGA 22 + tužidlo – Fordův pohárek č. 4)	23±2 s
Zpracovatelnost směsi	3 hodiny

Zasychání (20 °C)

a) proti prachu	15 minut
b) na dotek	45 minut
c) plně vytvrzen	4 hodiny
Tvrдость povrchu	velmi dobrá
Odolnost v domácnosti	dobrá
Odolnost v exteriéru	nedostačující
Žloutnutí	typické pro aromatické polyuretany

10.1.1.3 Vodouředitelné nátěrové hmoty

10.1.1.3.1 HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ/vrch
Používá se na nábytek, dveře a profily. Nanáší se nejčastěji stříkáním. Jedná se o jednosložkový vodouředitelný lak, má výbornou transparentnost a dobrou odolnost. Použité ředidlo je voda.

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota	1,020±0,01 kg/l
Lesk	28±2 %
Sušina	28±1 %
Viskozita (Fordův pohárek č. 6)	40±5 s
Zasychání (20 °C)	
a) proti prachu	30 minut
b) na dotek	1,5 hodiny
c) plně vytvrzen	12 hodin
Zasychání (horkovzdušný tunel 25–60 °C)	1 hodina
Interval mezi jednotlivými vrstvami (bez broušení)	1–3 hodiny

10.1.1.3.2 HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní

Používá se na nábytek, dveře a profily. Jedná se o jednosložkový vodouředitelný základ s velmi dobrou transparentností, pružností, broušitelností, nestékavostí a krátkým časem schnutí. Použité ředidlo je voda.

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota	1,050±0,02
kg/l	
Sušina	29 ± 2 %
Viskozita (Fordův pohárek č. 4)	120 ± 10 s
Zasychání (20 °C)	
a) proti prachu	20 minut
b) na dotek	1 hodina
c) plně vytvrzen	6 hodin
Zasychání (horkovzdušný tunel 25–60 °C)	1 hodina
Interval mezi jednotlivými vrstvami (bez broušení)	1–3 hodiny
Broušitelný 20 °C (minimálně)	po 2 hodinách

10.1.1.3.3 HEC 54 – vodouředitelný transparentní lak vrchní

Používá se nejčastěji stříkání na nábytek, židle. Možné také elektrostatické nanášení. Jedná se o transparentní vodouředitelný vrch monokomponentní s vynikající tixotropností, plněním a výbornou odolností. Použité ředidlo je voda.

Fyzikálně-chemické vlastnosti:

Hustota	1,000±0,02
kg/l	
Lesk	20±2 %
Sušina	35 ± 2 %
Viskozita (Fordův pohárek č. 6)	46 ± 4 s
Zasychání (20 °C)	

a) proti prachu	30 minut
b) na dotek	2 hodiny
c) plně vytvrzen	6 hodin
Zasychání (horkovzdušný tunel 25–60 °C)	1 hodina
Interval mezi jednotlivými vrstvami (bez broušení)	1–3 hodiny

10.2 Použité stroje a zařízení

10.2.1 Stříkácí pistole EST 314

Vzduchová stříkácí pistole EST 314 je univerzální pistole s možností připojení spodní (sací) nádoby, horní nádoby (gravitační přívod NH) nebo i tlakového podávání NH. Je předurčena především pro nejširší aplikace nástřiku NH metodou vzduchového rozprašování v průmyslu, autolakovnách, plastikářství, zpracování dřeva, keramickém průmyslu, s požadavkem časté změny barevného odstínu, ale i možností tlakového podávání NH. Univerzálnost volby způsobu podávání NH je vhodná pro nestandardní a často se měnící požadavky na aplikace stříkání. Tato pistole se vyznačuje velmi dobrým držením a vyvážením v ruce stejně jako snadnou méně unavující manipulací. Stříkácí pistolí lze nanášet všechny typy NH, které jsou určeny pro nanášení stříkáním a jejichž chemické složení nenarušuje díly stříkácí pistole. Dotahovací ucpávka jehly umožňuje mechanické dotažení, a tím prodloužení času mezi servisními opravami. Při nanášení nátěrové hmoty na vzorky byla použita tryska o velikosti 1,7 mm.



Obr. 4: Stříkácí pistole ESTT 314

10.2.2 Picogloss 503

Pikogloss 503 je přenosný leskoměr, který dokáže měřit lesk při úhlech 20° , 60° a 85° .



Obr. 5: Picogloss 503

Režim s vysokým leskem s úhlem 20° je určen pro použití na povrchy vysokým leskem (kovy) a má rozsah měření 0–2000 jednotek lesku (GU).

Režim médium lesk s 60° úhlem je určen pro povrchy se středním leskem (například laky, syntetické materiály) a má rozsah měření 0–1000 GU.

Režim s nízkým leskem (matný) s 85° úhlem měření je určen pro povrchy s nízkým leskem (například lak, syntetické materiály, dřevo a keramika) a má rozsah měření 0–160 GU.

Pikogloss 503 se přepne automaticky do požadovaného režimu v závislosti na typu lesku. Rozhraní USB nebo bluetooth umožňují přenos naměřených hodnot do PC.

10.2.3 BYKO-CUT Universal

Byko-cut universal je univerzální testovací přístroj pro měření tloušťky filmu, přilnavosti a tvrdosti nátěrových hmot na kov a nekovové substráty. V tomto případě byl nástroj použit na provedení mřížkové zkoušky. Při zkoušce byla použita mřížka s mezerou 1 mm.



Obr. 6: BYKO-CUT Universal

10.2.4 Mikrotvrdoměr FL – 2000 H

Přístroj pro měření tvrdosti podle Buchholze. Přístroj měří hloubku průniku hrotu do zkoušené plochy.



Obr. 7: Mikrotvrdoměr FL – 2000 H

10.2.5 Přípravky pro stanovení tvrdosti tužkami

Součástí jsou tužky s odstupňovanou tvrdostí, které se upínají do nástroje pod pevně daným úhlem, a při daném zatížení se přetahují přes zkoušený povrch.



Obr. 8: Přípravky pro stanovení tvrdosti tužkami

10.2.6 Ultrazvukový tloušťkoměr

Positector 200 je nedestruktivní ultrazvukové měřidlo tloušťky s širokou škálou aplikací. Tento tloušťkoměr lze využít pro dřevo, beton, plasty, kompozity, kovy a další. Pokročilé modely mohou měřit až 3 jednotlivé tloušťky vrstev ve vícevrstevném systému a jsou vybaveny grafickým znázorněním pro podrobnou analýzu nátěrového systému.



Obr. 9: Positector 200

10.2.7 Nanášecí pravítko

Nanášecí pravítko slouží k tomu, aby se nanasla co nejpřesnější tloušťka nánosu. V tomto případě se jedná o tloušťku nánosu 150 μm nebo 250 μm .



Obr. 10: Nanášecí pravítko

10.3 Metodika

10.3.1 Hodnocení vzhledových vlastností

Princip zkoušky:

V této zkoušce se vizuálně zhodnotí případná přítomnost vad nátěrového filmu, jako například pomerančová kůra, nečistoty ve filmu, kráterky, stékání, trhliny v lakové vrstvě, vpichy, nerovnoměrnost barvy a lesku atd.

10.3.2 Měření tloušťky nánosu

Princip zkoušky:

K této zkoušce byl používán ultrazvukový tloušťkoměr Positector 200. Na každém vzorku probíhalo měření na třech různých místech, vždy však alespoň 5 cm od okraje vzorku. Měřená oblast se natřela gelem. Měření probíhalo za teploty 25,1 °C a relativní vlhkosti 27 %.

10.3.3 Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 325 1 (ČSN 67 3031)

Princip zkoušky:

Do misky s plochým dnem se z přesností 1 mg naváží 1 g vzorku (m_0) a rovnoměrně se rozprostře po dně. Misku s navázkou vzorku poté necháme 10 až 15 minut při teplotě okolí. Následně jej vložíme do sušárny, která je předehřátá na předepsanou teplotu. Pro vodouředitelné hmoty je tato teplota 135 stupňů a pro polyuretany a akryláty 105 stupňů. Po uplynutí doby (1 hodina) se miska vyjme a nechá se vychladnout na teplotu okolí. Poté misku se zbytkem zvážíme s přesností na 1mg a vypočteme hmotnost zbytku (m_1).

Příklady zkušebních podmínek:

Doba zahřívání [h]	Teplota [°C]	Příklady výrobních typů
1	80	Polyizokyanátové pryskyřice (závisí na jednotlivém typu)
1	105	Nitrát celulosy, celulosové laky, na vzduch schnoucí nátěry, polyizokyanátové pryskyřice
1	125	Syntetické pryskyřice, včetně polyizokyanátových pryskyřic, vypalovací nátěry
1	150	Vypalovací základní nátěry
0,5	180	Nátěry pro elektrochemické nanášení

Tab. 7: Teploty na stanovení netěkavých podílů NH (ČSN 67 3031)

Rovnice na obsah netěkavých podílů:

$$NV = \frac{m_1}{m_0} * 100$$

Kde m_0 je hmotnost navážky vzorku v g

m_1 je hmotnost zbytku v g

10.3.4 Zkouška doby zasychání NH do stupňů zasychání dle ČSN 67 3052

Tato norma specifikuje metodu stanovení charakteristik povrchového zasychání z nátěrových hmot, které zasychají v důsledku působení vzduchu nebo chemickou reakcí svých složek. Film se nechá na volném prostoru zasychat. Po dosažení nelepivosti povrchu dle ČSN EN ISO 1517, tedy stupně 1, započneme hodnotit další stupně (2–5). Celé časové rozmezí stupňů zaznamenáváme a hodnotíme.

Vyhodnocení zasychání dle ČSN 67 3052		
Stupeň zasychání	Podmínky zkoušky	Výsledky zkoušky
1	ČSN EN ISO 1517 nebo možno testovat otisk prstu	ČSN EN ISO 1517, na nátěrovém filmu nezůstává otisk prstu
2	Zatížení závažím 20 g po dobu 60 s	Čtvereček papíru z nátěru snadno odpadne
3	Zatížení závažím 200g po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení
4	Zatížení závažím 2 kg po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr má stopy po zatížení
5	Zatížení závažím 2 kg po dobu 60 s	Papír se nepřilepí k nátěru, nátěr je beze stopy po zatížení

Tab. 8: Popis stupňů zasychání (ČSN 67 3052)

10.3.5 Měření stupně lesku povrchu

Princip zkoušky:

Zkouška probíhala za pomoci přístroje Pikogloss 503. Měření bylo provedeno na každém vzorku 3x v podélném směru a 3x v příčném směru. Zapisovány byly hodnoty pro 20°, 60° i 85°. Měření probíhalo za teploty 25,1 °C a relativní vlhkosti 27 %.

10.3.6 Měření tvrdosti podle Buchholze

Princip zkoušky:

Tvrdot povrchu je jeho schopnost odolávat vniknutí jiných materiálů. Měření se provádí tvrdoměrem, který naměří hloubku vniknutí v μm . Tyto hodnoty se poté převedou do jednotek Buchholze. Měření probíhalo na vždy na dvou vzorcích na třech různých místech v příčném i podélném směru, která byla vzdálená minimálně 5 cm od kraje.

μm	Buchholz
5	125
6	118
7	109
8	100
9	95
10	91
11	87
12	83
13	80
14	77
15	74
16	71
17	69
18	67
19	66
20	64
21	63
22	62
23	60
24	59

Tab. 9: Převodní tabulka Buchholz

10.3.7 Zkouška odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce podle BS 3962

Princip zkoušky:

Malé kuličky jsou upuštěny z výšky na testovaný povrch. Je hodnoceno poškození povrchu po dopadu kuličky. Posouzení poničení povrchu kolem dopadu kuličky je identifikováno a číselně posouzeno pozorovateli podle číselných kódů.

Postup zkoušky:

1. Testovaná plocha se umístí do horizontální polohy na pevný podklad.
2. Na testovanou plochu dopadají kuličky z výšky $2,00 \pm 0,01$ m.
3. Použít vhodné ochranné opatření pro ochranu před několikanásobným dopadem kuličky.
4. Testovaný panel je následně pečlivě vyhodnocen ve vertikální poloze za použití světla a lupy.

Zařízení a přípravky:

- ocelová kulička o průměru 19,1 mm
- lupa se zvětšením 2x až 3x

Popis poškození	Číselní kód
Povrch nepopraskán a nepoškozen	5
Nepatrně popraskán, jeden nebo dva kruhy na konci plochy vtlačení	4
Mírná nebo několik prasklin umístěných v oblasti vtlačení	3
Popraskání sahající ven z měřené oblasti nebo nepatrné odlupování	2
Více než 25 % nátěrového filmu je odstraněno z vyhodnocené oblasti	1

Tab. 10: Stupně odolnosti proti padající kuličce (BS 3962)

10.3.8 Zkouška tvrdosti nátěrového filmu tužkami

Do přípravku se upne zkušební tužka č. 1 tak, aby její hrot byl zatížen (300 ± 15 g). Pak se přípravek položí a na nátěr se nakreslí vlnovka délky asi 50 mm. Dále se zkouší tvrdšími tužkami, až se získá nepřetržitý vryp – rýha na povrchu nátěru. Měkčí tužky po nátěru pouze píší, stopy po tahu je jeví jako vlnovky a je možné je setřít prstem. Jako výsledek se uvede číslo tužky, která jako první porušila povrch nátěru.

10.3.9 Zkouška přilnavosti nátěru – mřížková zkouška ČSN ISO 2409 (67 3085)

Princip zkoušky:

Řezný nástroj se položí kolmo na zkušební nátěr. Stálým tahem za použití vodící šablony se zhotoví předepsaný počet řezů. Všechny řezy musí mít stejné rozestupy a musí proniknout do podkladu. Postup se opakuje pootočením o 90° , aby se vytvořila mřížka. Při zkouškách na podkladech tvrdých dřevin se dodatečně použije lepicí páska. Páska se umístí do středu mřížky rovnoběžně s jedním svazkem řezů a uhladí se prstem tak, aby mřížku překrývala nejméně o 20 mm. Samolepicí páska se uchopí za volný konec za 0,5–1 s pod úhlem přibližně 60° .

Rozestupy řezů mřížky pro následující tloušťku zaschlých nebo vytvrzených nátěrových filmů:

- 0 μm – 60 μm : 1 mm rozestup, pro tvrdé podklady
- 0 μm – 60 μm : 2 mm rozestup, pro měkké podklady (dřevo)
- 61 μm – 120 μm : 2 mm rozestup, pro tvrdé i měkké podklady
- 120 μm – 250 μm : 3 mm rozestup, pro tvrdé podklady

Klasifikace	Popis
0	Hrany řezů jsou zcela hladké, žádný čtverec mřížky není poškozen.
1	Malé kousky povlaku odloupnuty v místech křížení řezů. Poškozená plocha je menší než 5 %.
2	Povlak se odlupuje podél řezů nebo v místech křížení řezů. Poškozená plocha je větší než 5 % ale menší než 15 %.
3	Povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech částečně nebo zcela nebo se odlupuje částečně nebo zcela na různých místech čtverců. Poškozená plocha je větší než 15 %, ale menší než 35 %.
4	Povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech zcela nebo některé čtverce jsou odloupnuty částečně nebo zcela. Poškozená plocha je větší než 35 % ale menší než 65 %.
5	Jakýkoliv stupeň odlupování, který nemůže být klasifikován stupněm 4

Tab. 11: Stupně přilnavosti nátěru (ČSN 67 3085)

10.3.10 Odolnost nátěrového filmu vůči studeným kapalinám ČSN EN 12720 (91 0280)

Postup zkoušky:

Zkušební plocha musí být uložena vodorovně a pečlivě otřena suchou tkaninou. Zkouška se provádí vybranými kapalinami v místech vzdálených od sebe nejméně 60 mm, měřeno mezi jednotlivými středy.

Filtrační papír se ponoří do kapaliny po dobu 30 s, vyjme se pomocí pinzety a otře se o hranu nádoby. Potom se rychle umístí na zkušební plochu a ihned se překryje obrácenou Petriho miskou. Filtrační papír se nesmí dotýkat okraje Petriho misky.

Umístění každého zkušebního vzorku kapaliny je nutné řádně zaznamenat a označit.

Po uplynutí doby trvání zkoušky se odstraní Petriho miska a pinzetou se odstraní filtrační papír. Neodstraňují se vlákna papíru, který ulpěl na zkoušeném povrchu.

Zbývající zkušební tekutina se odsaje pomocí papíru nebo savé tkaniny bez otírání. Zkušební povrch se nechá v klidu ve zkušebním prostředí bez zakrytí. Zkušební plocha se omyje lehkým přetíráním savou tkaninou namočenou nejprve v čistícím roztoku a potom ve vodě. Nakonec se povrch pečlivě vysuší suchou tkaninou. Ve stejnou dobu se omyje a osuší stejným způsobem jeden bod (referenční plocha na povrchu, který nebyl vystaven působení zkušební kapaliny). Následně se povrch vyhodnotí podle následujících kritérií.

Stupeň	Popis
5	žádné viditelné poškození (bez poškození)
4	nepatrné změny lesku a barvy, viditelné jen pokud se světlo ze zdroje zrcadlí ve zkušebním povrchu na stopě poškození nebo blízko nich (nebo několika samostatných stopách poškození na mezi viditelnosti a je odraženo proti oku pozorovatele)
3	nepatrné stopy poškození, viditelné jen pokud se světlo ze zdroje zrcadlí ve zkušebním povrchu na stopě poškození nebo blízko nich (nebo několika samostatných stopách poškození na mezi viditelnosti) a je odraženo proti oku pozorovatele
2	silné stopy poškození, struktura povrchu je většinou nezměněná
1	silné stopy poškození, struktura povrchu změněna nebo materiál povrchu je úplně nebo částečně odstraněn, nebo filtrační papír ulpěl na povrchu

Tab. 12: Stupně odolnosti vůči studeným kapalinám (ČSN 91 0280)

Délky trvání zkoušky:

Délka trvání zkoušky	Praktický příklad
2 minuty	bezprostřední odstranění
10 minut	krátká doba
1 hodina	po jídle nebo podobně
6 hodin	po ukončení pracovní nebo podobné činnosti
16 hodin	tak rychle, jak je možné v příštím dni
24 hodin	po jednom dni

Tab. 13: Délky trvání zkoušky odolnosti vůči studeným kapalinám (ČSN 91 0280)

Vybrané délky zkoušky:

fyziologický roztok	1 hodina
Káva	6 hodin
kyselina citronová	6 hodin
Víno	6 hodin
Voda	6 hodin
Ethanol	6 hodin
čisticí prostředek	6 hodin
Čaj	6 hodin

Tab. 14: Vybrané délky zkoušky odolnosti vůči studeným kapalinám

10.3.11 Odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla ČSN EN 12721 (91 0278)

Před zkouškou se zkušební těleso položí na rovnou desku. Kovová závaží se zahřeje na teplotu 100 °C. Takto připravené závaží se postaví doprostřed zkušební tělesa na suchou nebo vlhkou tkaninu a ponechá se na něm 20 minut stát. Po ukončení zkoušky se sejme závaží a tkanina a provede se vyhodnocení.

Stupeň	Změna povrchu
5	žádné viditelné změny (bez poškození)
4	nepatrné změny lesku a barvy, viditelné jen pokud se zdroj zrcadlí na zkušebním povrchu a je odraženo proti oku pozorovatele
3	nepatrné stopy poškození, viditelné z různých směrů pozorování např. téměř úplný kruh
2	silné stopy poškození jasně viditelné nebo oblasti s nepatrným odbarvením, nebo oblasti nepatrného narušení zkušební povrchu
1	silné stopy poškození nebo oblastí s výrazným odbarvením, nebo výrazné narušení povrchu

Tab. 15: Stupně odolnosti vůči suchému a vlhkému světlu (ČSN 91 0278)

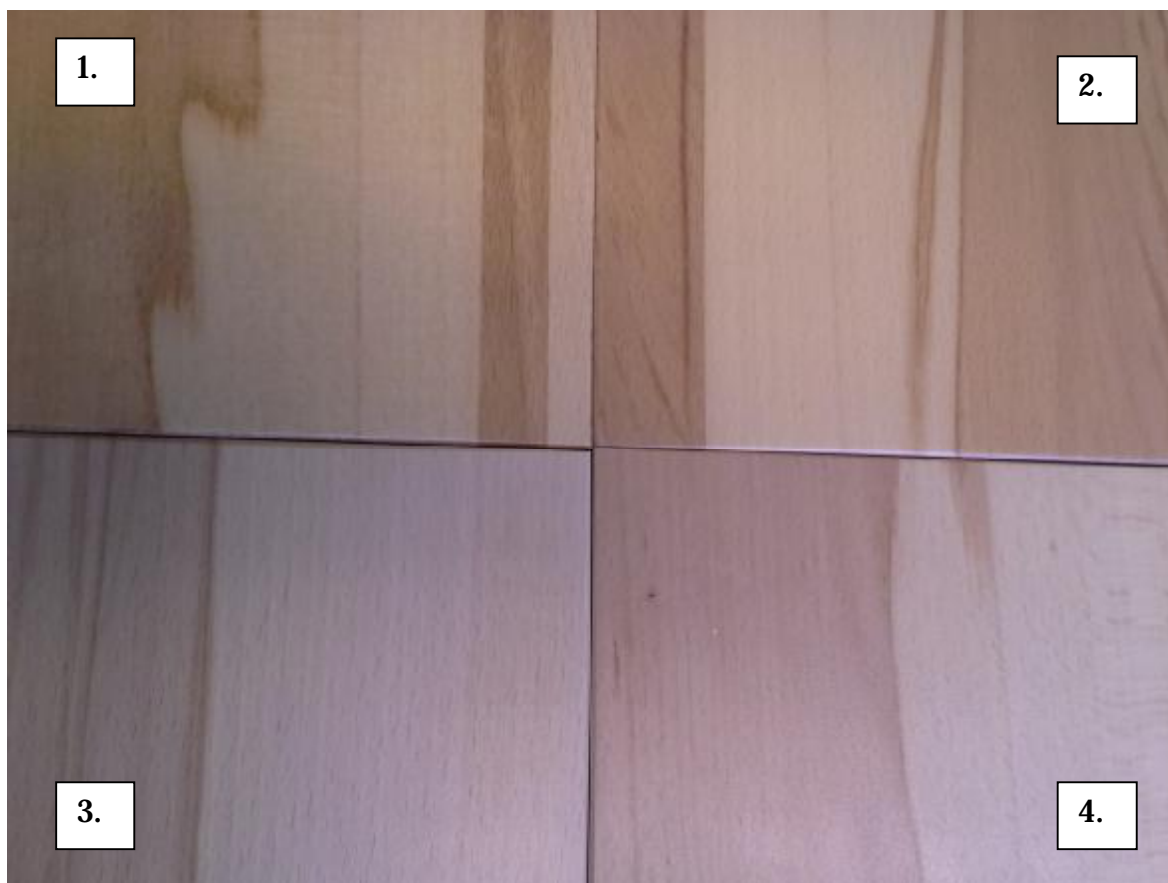
11 Experimentální část

11.1 Hodnocení vzhledových vlastností

Výsledky:

Po vizuálním zhodnocení nebyly na žádném vzorku nalezeny vady nátěrového filmu.

1. Akrylát LJA 99 + LUA 464
2. PUR LBA 42 + LGA 22
3. Vodouředitelná NH HAC 8 + HEC 54
4. Vodouředitelná NH HFC 23 910



Obr. 11: Vizuální zhodnocení vzorků

11.2 Měření tloušťky nánosu

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti)

Číslo měření	Masiv [μm]		Dýha [μm]	
	Vzorek č. 11	Vzorek č. 13	Vzorek č. 17	Vzorek č. 18
1	85	100	85	85
2	68	76	78	70
3	90	89	79	81

Tab. 16: Měření tloušťky nánosu č. 1

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Číslo měření	Masiv [μm]		Dýha [μm]	
	Vzorek č. 22	Vzorek č. 23	Vzorek č. 28	Vzorek č. 29
1	105	107	130	117
2	132	117	137	91
3	123	127	138	105

Tab. 17: Měření tloušťky nánosu č. 2

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda (10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda (10 % hmotnosti)

Číslo měření	Masiv [μm]		Dýha [μm]	
	Vzorek č. 30	Vzorek č. 31	Vzorek č. 35	Vzorek č. 36
1	56	85	41	77
2	54	70	55	58
3	53	84	48	75

Tab. 18: Měření tloušťky nánosu č. 3

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda
(10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda
(10 % hmotnosti)

Číslo měření	Masiv [μm]		Dýha [μm]	
	Vzorek č. 43	Vzorek č. 44	Vzorek č. 45	Vzorek č. 46
1	100	93	94	61
2	56	87	54	54
3	95	88	57	82

Tab. 19: Měření tloušťky nánosu č. 4

11.3 Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 325 1 (ČSN 67 3031)

Výsledky:

LJA 99 – akrylátový základ transparentní

Číslo vzorku	Hmotnost Petriho misky [g]	Hmotnost misky s navážkou [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Obsah sušiny [%]
1	13,71	14,89	14,07	30,51
2	13,06	14,10	13,40	32,69
3	12,14	13,13	12,44	30,30

Tab. 20: Stanovení netěkavých podílů LJA 99

LUA 464 – akrylátový lak transparentní

Číslo vzorku	Hmotnost Petriho misky [g]	Hmotnost misky s navážkou [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Obsah sušiny [%]
1	11,98	13,07	12,27	26,61
2	12,56	13,66	12,85	26,36
3	12,34	13,39	12,67	31,43

Tab. 21: Stanovení netěkavých podílů LUA 464

LBA 42 – polyuretanový základ transparentní

Číslo vzorku	Hmotnost Petriho misky [g]	Hmotnost misky s navázkou [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Obsah sušiny [%]
1	12,27	13,24	12,67	41,24
2	14,02	14,99	14,40	39,18
3	12,83	13,97	13,31	42,11

Tab. 22: Stanovení netěkavých podílů LBA 42

LGA 22 – polyuretanový lak transparentní

Číslo vzorku	Hmotnost Petriho misky [g]	Hmotnost misky s navázkou [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Obsah sušiny [%]
1	12,26	13,35	12,72	42,20
2	13,17	14,22	13,60	40,95
3	13,92	15,11	14,41	41,18

Tab. 23: Stanovení netěkavých podílů LGA 22

HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní

Číslo vzorku	Hmotnost Petriho misky [g]	Hmotnost misky s navázkou [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Obsah sušiny [%]
1	12,71	13,70	13,01	30,30
2	12,75	13,79	13,06	29,81
3	13,11	14,09	13,40	29,59

Tab. 24: Stanovení netěkavých podílů HAC 8

HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní

Číslo vzorku	Hmotnost Petriho misky [g]	Hmotnost misky s navázkou [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Obsah sušiny [%]
1	12,45	13,42	12,86	42,27
2	14,10	15,19	14,41	28,44
3	13,86	14,87	14,19	32,67

Tab. 25: Stanovení netěkavých podílů HEC 54

HFC 23 910 - vodouředitelný transparentní lak základ/vrch

Číslo vzorku	Hmotnost Petriho misky [g]	Hmotnost misky s navážkou [g]	Hmotnost po vysušení [g]	Obsah sušiny [%]
1	12,20	13,22	12,49	28,43
2	12,49	13,42	12,76	29,03
3	14,35	15,39	14,65	28,85

Tab. 26: Stanovení netěkavých podílů HFC 23 910

11.4 Zkouška doby zasychání NH do stupňů zasychání dle ČSN 67 3052

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Sklo		Dýha	
	1	2	1	2
Bez nánosů [g]	112,78	109,29	186,16	184,98
Mokrý základ [g]	113,67	110,33	188,17	186,94
Suchý základ [g]	113,06	109,62	186,75	185,54
Mokrý vrch [g]	113,71	110,48	187,31	186,67
Šířka nánosů základu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosů základu [m]	0,145	0,14	0,14	0,14
Šířka nánosů vrchu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosů vrchu [m]	0,09	0,09	0,09	0,09
Nános základu [g/m ²]	87,68	106,12	205,10	200,00
Nános vrchu [g/m ²]	103,17	136,51	88,89	179,37
Stupeň zasychání	Čas [s]			
Základ				
1	9:11	8:57	6:06	6:52
2	12:17	12:16	9:20	9:45
3	15:02	15:37	12:36	12:35
4	nezachycen	nezachycen	nezachycen	nezachycen
5	17:40	17:54	15:16	15:40
Vrch				
1	8:33	7:31	6:30	5:50
2	11:23	11:34	10:20	10:10
3	14:56	14:18	13:36	12:54
4	nezachycen	nezachycen	nezachycen	15:39
5	18:10	17:10	16:35	17:26

Tab. 27: Zkouška doby zasychání LJA 99 + LUA 464

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Sklo		Dýha	
	1	2	1	2
Bez nánosu [g]	110,78	110,66	185,49	171,99
Mokrý základ [g]	111,71	111,77	186,95	174,22
Suchý základ [g]	111,23	111,17	186,11	172,92
Mokrý vrch [g]	111,97	111,75	187,02	173,82
Šířka nánosu základu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosu základu [m]	0,14	0,14	0,13	0,14
Šířka nánosu vrchu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosu vrchu [m]	0,09	0,09	0,09	0,09
Nános základu [g/m ²]	94,90	113,27	160,44	227,55
Nános vrchu [g/m ²]	117,46	92,06	144,44	142,86
Stupeň zasychání	Čas [s]			
Základ				
1	12:38	13:08	10:47	16:13
2	18:36	19:36	21:10	21:58
3	24:49	25:08	24:06	24:45
4	28:13	28:45	nezachycen	nezachycen
5	35:32	36:23	36:50	36:54
Vrch				
1	18:12	17:18	14:17	14:48
2	20:47	19:48	24:46	24:00
3	33:08	32:28	32:12	34:18
4	nezachycen	nezachycen	nezachycen	nezachycen
5	45:20	44:48	44:20	47:36

Tab. 28: Zkouška doby zasychání LBA 42 + LGA 22

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda

(10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda

(10 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Sklo		Dýha	
	1	2	1	2
Bez nánosu [g]	101,08	115,08	183,36	184,98
Mokrý základ [g]	102,3	116,43	185,03	186,74
Suchý základ [g]	101,47	115,5	184,1	185,71
Mokrý vrch [g]	102,68	116,5	185,15	186,96
Šířka nánosu základu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosu základu [m]	0,14	0,145	0,135	0,145
Šířka nánosu vrchu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosu vrchu [m]	0,09	0,09	0,09	0,09
Nános základu [g/m ²]	124,49	133,00	176,72	173,40
Nános vrchu [g/m ²]	192,06	158,73	166,67	198,41
Stupeň zasychání	Čas [s]			
Základ				
1	34:21	35:55	15:25	17:20
2	43:30	44:30	23:08	24:20
3	52:40	49:30	29:30	30:50
4	58:30	63:04	nezachycen	nezachycen
5	66:30	71:48	37:20	35:30
Vrch				
1	45:41	32:19	29:02	28:12
2	50:50	37:10	32:05	31:10
3	53:14	41:00	36:55	37:12
4	nezachycen	nezachycen	nezachycen	nezachycen
5	59:40	45:33	42:35	39:30

Tab. 29: Zkouška doby zasychání HAC 8 + HEC 54

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda
(10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda
(10 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Sklo		Dýha	
	1	2	1	2
Bez nánosu [g]	123,66	103,7	184,2	183,7
Mokrý základ [g]	124,6	105,14	185,85	185,75
Suchý základ [g]	123,68	104,18	184,84	184,42
Mokrý vrch [g]	124,74	105,17	186,04	185,46
Šířka nánosu základu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosu základu [m]	0,125	0,14	0,14	0,145
Šířka nánosu vrchu [m]	0,07	0,07	0,07	0,07
Délka nánosu vrchu [m]	0,09	0,09	0,09	0,09
Nános základu [g/m ²]	107,43	146,94	168,37	201,97
Nános vrchu [g/m ²]	168,25	157,14	190,48	165,08
Stupeň zasychání	Čas [s]			
Základ				
1	28:57	38:25	16:28	30:36
2	35:14	41:43	22:22	35:03
3	51:06	55:12	27:22	39:33
4	58:09	nezachycen	nezachycen	nezachycen
5	63:56	63:29	34:37	46:54
Vrch				
1	33:03	38:12	43:52	42:44
2	37:05	43:43	47:05	46:49
3	46:05	48:15	51:20	50:33
4	nezachycen	nezachycen	nezachycen	nezachycen
5	52:30	52:15	55:55	55:32

Tab. 30: Zkouška doby zasychání HFC 23 910

11.5 Měření stupně lesku povrchu

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti)

Masiv									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
11	20°	2,0	2,1	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0
	60°	15,2	16,3	15,9	15,8	13,4	13,7	14,2	13,8
	85°	35,1	37,7	38,6	37,1	23,5	23,7	26,6	24,6
13	20°	2,2	1,9	1,5	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9
	60°	16,3	14,5	12,1	14,3	12,6	13,3	12,7	12,9
	85°	39,3	33,2	28,4	33,6	21,5	23,3	21,6	22,1
Dýha									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
17	20°	2,2	1,7	1,9	1,9	1,7	1,7	1,9	1,8
	60°	18,0	13,9	15,7	15,9	13,0	12,6	14,8	13,5
	85°	43,5	33,2	39,1	38,6	24,3	24,6	31,1	26,7
18	20°	1,8	1,4	1,7	1,6	1,5	1,3	1,7	1,5
	60°	14,6	11,9	14,5	13,7	11,3	10,5	12,6	11,5
	85°	33,9	28,6	34,1	32,2	21,3	20,0	25,0	22,1

Tab. 31: Měření lesku LJA 99 + LUA 464

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Masiv									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
22	20°	3,3	3,4	2,9	3,2	2,6	3,3	3,1	3,0
	60°	23,4	24,8	22,5	23,6	17,6	22,1	21,2	20,3
	85°	48,7	50,8	43,1	47,5	33,0	37,7	40,4	37,0
23	20°	2,8	3,2	3,5	3,2	3,0	3,4	3,3	3,2
	60°	22,2	22,4	24,8	23,1	20,7	22,1	22,9	21,9
	85°	49,4	48,1	56,0	51,2	39,0	40,1	46,0	41,7
Dýha									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
28	20°	4,2	2,5	2,6	3,1	2,7	2,5	2,2	2,5
	60°	28,0	16,3	17,2	20,5	16,3	14,1	14,2	14,9
	85°	58,1	34,4	47,5	46,7	40,9	31,7	43,0	38,5
29	20°	3,9	4,4	4,8	4,4	4,6	4,3	4,8	4,6
	60°	26,3	29,1	31,3	28,9	28,1	26,3	28,6	27,7
	85°	57,9	58,9	57,9	58,2	56,4	50,8	55,5	54,2

Tab. 32: Měření lesku LBA 42 + LGA 22

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda
 (10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda
 (10 % hmotnosti)

Masiv									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
30	20°	2,1	2,0	1,7	1,9	1,6	1,5	1,8	1,6
	60°	16,4	16,3	15,5	16,1	13,4	12,4	12,4	12,7
	85°	26,8	27,3	26,4	26,8	19,4	17,6	14,7	17,2
31	20°	2,0	1,9	1,7	1,9	1,6	1,9	1,7	1,7
	60°	17,8	16,2	15,9	16,6	13,6	13,4	12,8	13,3
	85°	32,5	39,3	29,6	33,8	19,5	18,4	17,0	18,3
Dýha									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
35	20°	1,8	1,8	2,1	1,9	1,8	1,7	1,8	1,8
	60°	17,9	17,6	18,5	18,0	14,5	14,0	14,2	14,2
	85°	33,9	32,5	31,3	32,6	23,9	22,4	21,9	22,7
36	20°	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1
	60°	18,1	18,3	17,9	18,1	16,2	16,0	16,9	16,4
	85°	33,1	33,3	33,0	33,1	25,7	26,6	28,9	27,1

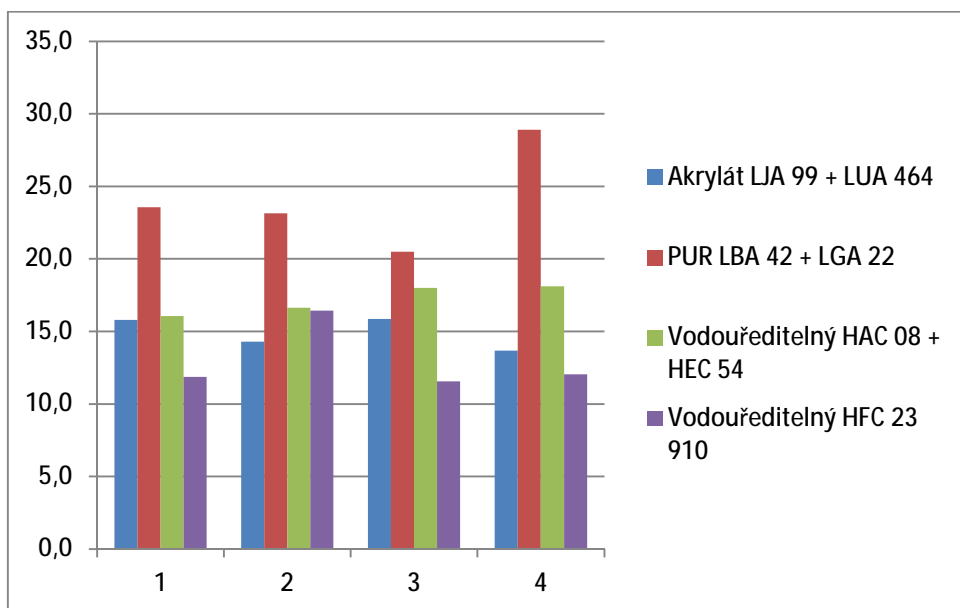
Tab. 33: Měření lesku HAC 8 + HEC 54

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda
(10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda
(10 % hmotnosti)

Masiv									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
43	20°	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,7	1,8	1,7
	60°	12,9	11,2	11,5	11,9	9,8	11,5	12,0	11,1
	85°	19,3	17,6	17,3	18,1	10,9	13,1	12,8	12,3
44	20°	2,2	2,3	2,0	2,2	2,2	1,9	1,9	2,0
	60°	16,0	17,0	16,3	16,4	13,5	10,9	11,9	12,1
	85°	26,0	25,1	26,4	25,8	15,5	12,9	12,8	13,7
Dýha									
Vzorek	Úhel	Podélný směr			∅	Příčný směr			∅
45	20°	1,6	1,1	1,4	1,4	1,4	1,5	1,3	1,4
	60°	13,1	9,5	12,1	11,6	10,5	10,3	10,0	10,3
	85°	20,5	14,5	20,0	18,3	12,5	12,6	13,0	12,7
46	20°	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5
	60°	12,7	12,1	11,3	12,0	11,0	10,5	11,0	10,8
	85°	20,3	19,5	16,1	18,6	13,5	12,5	12,7	12,9

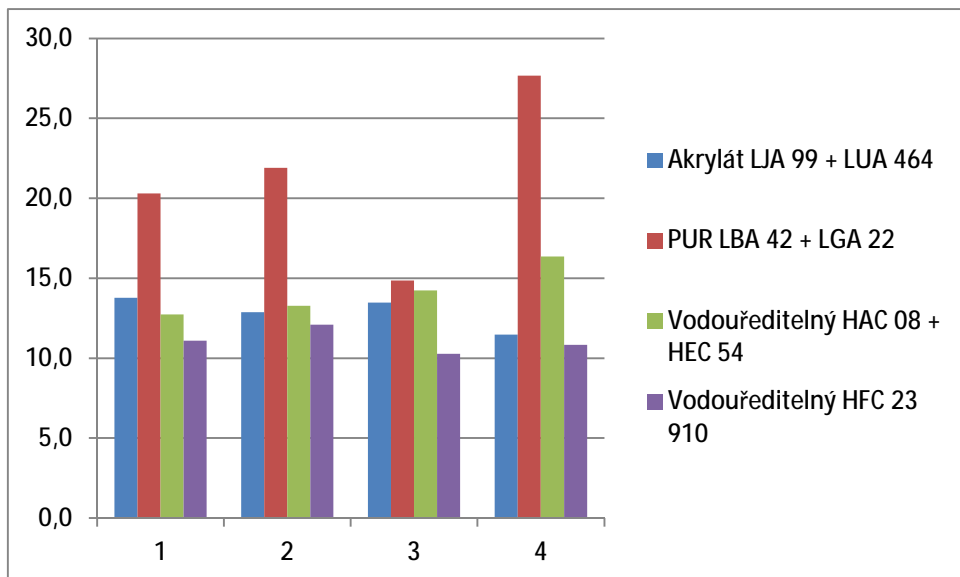
Tab. 34: Měření lesku HFC 23 910

Srovnání lesků v podélném směru pod úhlem 60°:



Graf 1: Srovnání lesků v podélném směru pod úhlem 60°

Srovnání lesků v příčném směru pod úhlem 60°:



Graf 2: Srovnání lesků v příčném směru pod úhlem 60°

11.6 Měření tvrdosti podle Buchholze

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti)

	Dřevo				Dýha			
	Podélný směr		Příčný směr		Podélný směr		Příčný směr	
Číslo měření	µm	Buchholz	µm	Buchholz	µm	Buchholz	µm	Buchholz
1	17	69	8	100	15	74	12	83
2	12	83	10	91	13	80	11	87
3	8	100	10	91	14	77	11	87
4	12	83	10	91	11	87	11	87
5	10	91	8	100	13	80	11	87
6	10	91	12	83	14	77	12	83

Tab. 35: Měření tvrdosti LJA 99 + LUA 464

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

	Dřevo				Dýha			
	Podélný směr		Příčný směr		Podélný směr		Příčný směr	
Číslo měření	µm	Buchholz	µm	Buchholz	µm	Buchholz	µm	Buchholz
1	11	87	9	95	11	87	10	91
2	9	95	11	87	12	83	10	91
3	12	83	11	87	10	91	8	100
4	10	91	6	118	10	91	10	91
5	8	100	9	95	11	87	10	91
6	9	95	9	95	9	95	9	95

Tab. 36: Měření tvrdosti LBA 42 + LGA 22

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda

(10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda

(10 % hmotnosti)

Číslo měření	Dřevo				Dýha			
	Podélný směr		Příčný směr		Podélný směr		Příčný směr	
	μm	Buchholz	μm	Buchholz	μm	Buchholz	μm	Buchholz
1	21	63	14	77	16	71	20	64
2	18	67	15	74	24	59	18	67
3	18	67	20	64	20	64	17	69
4	20	64	20	64	24	59	22	62
5	24	59	19	66	34	- ¹⁾	22	-
6	16	71	17	69	33	-	23	-

¹⁾ Pro hodnoty vniknutí nad 24 μm není stupeň Buchholze definován

Tab. 37: Měření tvrdosti HAC 8 + HEC 54

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda

(10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda

(10 % hmotnosti)

Číslo měření	Dřevo				Dýha			
	Podélný směr		Příčný směr		Podélný směr		Příčný směr	
	μm	Buchholz	μm	Buchholz	μm	Buchholz	μm	Buchholz
1	37	- ¹⁾	22	62	36	-	25	-
2	25	-	18	67	28	-	22	62
3	33	-	30	-	25	-	27	-
4	19	66	25	-	29	-	31	-
5	30	-	18	67	34	-	21	63
6	26	-	19	66	31	-	23	60

¹⁾ Pro hodnoty vniknutí nad 24 μm není stupeň Buchholze definován

Tab. 38: Měření tvrdosti HFC 23 910

11.7 Zkouška odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce podle BS 3962

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	5
Dřevo	5

Tab. 39: Odolnost proti padající kuličce LJA 99 + LUA 464

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	5
Dřevo	5

Tab. 40: Odolnost proti padající kuličce LBA 42 + LGA 22

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda (10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda (10 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	5
Dřevo	5

Tab. 41: Odolnost proti padající kuličce HAC 8 + HEC 54

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda (10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda (10 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	5
Dřevo	4

Tab. 42: Odolnost proti padající kuličce HFC 23 910

11.8 Zkouška tvrdosti nátěrového filmu tužkami

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo (20 % hmotnosti)

Materiál	Tvrđost
Dýha	8
Dřevo	8

Tab. 43: Zkouška tvrdosti tužkami LJA 99 + LUA 464

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Materiál	Tvrđost
Dýha	8
Dřevo	8

Tab. 44: Zkouška tvrdosti tužkami LBA 42 + LGA 22

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda
(10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda
(10 % hmotnosti)

Materiál	Tvrдост
Dýha	7
Dřevo	8

Tab. 45: Zkouška tvrdosti tužkami HAC 8 + HEC 54

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda
(10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda
(10 % hmotnosti)

Materiál	Tvrдост
Dýha	8
Dřevo	8

Tab. 46: Zkouška tvrdosti tužkami HFC 23 910

11.9 Zkouška přilnavosti nátěru – mřížková zkouška

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo
(20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo
(20 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	0
Dřevo	0

Tab. 47: Mřížková zkouška LJA 99 + LUA 464

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	0
Dřevo	0

Tab. 48: Mřížková zkouška LBA 42 + LGA 22

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda (10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda (10 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	1
Dřevo	1

Tab. 49: Mřížková zkouška HAC 8 + HEC 54

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda (10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda (10 % hmotnosti)

Materiál	Stupeň
Dýha	0
Dřevo	0

Tab. 50: Mřížková zkouška HFC 23 910

11.10 Odolnost nátěrového filmu vůči studeným kapalinám ČSN EN 12720 (91 0280)

Výsledky:

	Akrylát LJA 99 + LUA 464		PUR LBA 42 + LGA 22		Vodouředitelný HAC 08 + HEC 49		Vodouředitelný HFC 23 910	
	Masiv	Dýha	Masiv	Dýha	Masiv	Dýha	Masiv	Dýha
Studená kapalina								
Fyziologický roztok	5	5	5	5	4	5	5	4
Káva	4	5	5	5	3	3	4	4
Kyselina citronová	5	5	5	5	4	4	5	5
Víno	5	5	5	5	3	3	5	5
Voda	5	5	5	5	5	4	5	5
Etanol	5	5	5	5	4	3	5	4
Čistící prostředek	5	5	5	5	5	4	4	4
Čaj	5	5	5	5	4	4	4	4

Tab. 51: Odolnost vůči studeným kapalinám

11.11 Odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla

Výsledky:

Nátěrový systém: LJA 99 – akrylátový základ transparentní + LBN 99 – tužidlo

(20 % hmotnosti), LUA 464 – akrylátový vrch transparentní + LBN 99 – tužidlo

(20 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Suché teplo	Vlhké teplo
14	5	5
16	5	5

Tab. 52: Odolnost vůči suchému a vlhkému teplu LJA 99 + LUA 464

Nátěrový systém: LBA 42 – polyuretanový základ transparentní + LBN 42 - tužidlo (50 % hmotnosti), LGA 22 – polyuretanový vrch transparentní + LBN 42 – tužidlo (50 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Suché teplo	Vlhké teplo
23	5	4
29	5	4

Tab. 53: Odolnost vůči suchému a vlhkému teplu LBA 42 + LGA 22

Nátěrový systém: HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda (10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda (10 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Suché teplo	Vlhké teplo
30	5	2
38	5	2

Tab. 54: Odolnost vůči suchému a vlhkému teplu HAC 8 + HEC 54

Nátěrový systém: HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda (10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda (10 % hmotnosti)

Číslo vzorku	Suché teplo	Vlhké teplo
44	5	2
47	5	2

Tab. 55: Odolnost vůči suchému a vlhkému teplu HFC 23 910

12 Vyhodnocení výsledků

V této práci se hodnotí požadavky nátěrové hmoty pro skříňový nábytek. Ten řadíme do skupiny B, viz obr. 3.

Vlastnost Zkušební metoda	Měřicí jednotka	Funkční skupina nábytkových ploch B
Lesk ČSN 13722	%	vysoký lesk – nad 90
		lesk – od 61 do 90
		pololesk – od 31 do 60
		polomat – od 11 do 30
		mat – od 0 do 10
Tvrдость tužkou	Stupeň	nejméně 8
Přilnavost mřížkou ČSN ISO 2409	Stupeň	nejvíce 1
Odolnost proti suchému teplu ČSN EN 12 722	Stupeň	nejméně 4
Odolnost proti vlhkému teplu ČSN EN 12 721	Stupeň	nejméně 4
Odolnost proti působení studených kapalin ČSN EN 12 720	Stupeň	nejméně 4

Tab. 56: Požadavky na fyzikálně mechanické vlastnosti funkční skupiny B (ČSN 91 0102)

Nátěrové hmoty byly zkoušeny po nanesení jedné vrstvy základu a jedné vrstvy vrchu. Nános probíhal pneumatickým stříkáním.

Za těchto podmínek nevyhověl nátěrový systém:

- HAC 8 – vodouředitelný základ transparentní + voda (10 % hmotnosti), HEC 54 – vodouředitelný lak vrchní + voda (10 % hmotnosti)
- HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak základ + voda (10 % hmotnosti), HFC 23910 – vodouředitelný transparentní lak vrch + voda (10 % hmotnosti)

13 Diskuze

13.1 Stanovení vzhledových vlastností

Při vizuálním hodnocení vzorků nebyly nalezeny žádné viditelné vady nátěrového filmu, ani žádné vady dřeva nebo výrobní vady, které by mohly ovlivňovat průběh zkoušek.

Důvodem toho, že na vzorcích nebyly nalezeny žádné vady, je skutečnost, že byla provedena kvalitní příprava povrchu. Před nanesením základu byly vzorky broušeny brusným papírem o drsnosti 120 a následně zbaveny všech nečistot a prachu. Po zaschnutí základu bylo použito broušení o drsnosti 240.

13.2 Měření tloušťky nánosu

Z výsledků měření je patrné, že největší tloušťku nánosu (asi 110 až 130 μm) má polyuretanový lak, což je dáno hlavně tím, že má ze zkoušených nátěrových hmot největší sušinu (47 %). Nános nátěrové hmoty se pohyboval u základu v rozmezí 95–110 g/m^2 a u vrchu 110–145 g/m^2 .

U akrylátu se tloušťka nánosu pohybovala mezi 75 a 90 μm . Sušina je v tomto případě 25 % a nános se pohyboval v rozmezí 70–90 g/m^2 u základu a 94–110 g/m^2 u vrchního laku.

U vodouředitelného systému HAC 8 + HEC 54 byla tloušťka nánosu 5–70 μm . Technický list udává sušinu 31 %. Nános základu byl přibližně 75–90 g/m^2 a u vrchního laku 120–140 g/m^2 .

U vodouředitelné nátěrové hmoty HFC 23 910 byla tloušťka nánosu 55–90 μm . Technický list udává sušinu 28 %. Nános základu byl přibližně 90 g/m^2 a u vrchního laku se pohyboval v rozmezí 95–120 g/m^2 .

Uvedené výsledky nemusí být zcela přesné z důvodu nerovnoměrnosti nánosu. Ta je způsobena tím, že pneumatické stříkání bylo prováděno ručním způsobem.

13.3 Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty dle ČSN EN ISO 325 1 (ČSN 67 3031)

Při vyhodnocení této zkoušky musíme nátěrové hmoty rozdělit na vodouředitelné a rozpouštědlové. Zatímco sušina vodouředitelných nátěrových hmot se téměř přesně shodovala s technickými listy, u rozpouštědlových došlo k drobným odchylkám, které ale mohly být způsobeny například nepřesným dávkováním ředidla nebo tužidla. Největší rozdíly byly u polyuretanového nátěrového systému, kde byl rozdíl sušiny přibližně 2 % mimo toleranci z technického listu.

13.4 Zkouška doby zasychání NH do stupňů zasychání dle ČSN 67 3052

V této zkoušce bylo zjištěno, že nejrychleji zasychá akrylátový lak. Polyuretanová nátěrová hmota zasychá přibližně 2x pomaleji než akrylát. Vodouředitelné nátěrové hmoty zasychají přibližně 3x déle než akrylát.

Rychlost zasychání ovlivňovala hmotnost nánosu, jeho rovnoměrnost, a také skutečnost, že stupeň zasychání není možné vždy přesně zachytit.

13.5 Stanovení lesku povrchu

Při vyhodnocení této zkoušky se sleduje stanovení lesku povrchu pod úhlem 60°. Jak je patrné i z výše uvedených grafů (graf č. 1 a 2, str. 76), největšího lesku dosahovala polyuretaná nátěrová hmota a naopak nejmenšího dosahoval vodouředitelný nátěrový systém HFC 23 910. Při porovnání zjištěných hodnot stupně lesku dokončených povrchů s technickými listy, uvedeným požadavkům na stupeň lesku vyhověl polyuretanový a akrylátový nátěrový systém. Naopak vodouředitelné nátěrové hmoty dosáhly stupně lesku o 5 až 10% nižších než je uvedeno v technických listech. Všechny nátěrové hmoty dosáhly stupně lesku, jež náleží do kategorie polomatu (11–30 %).

Odchytky mohou být způsobeny nekvalitně provedenou přípravou povrchu, nebo špatným broušením základního laku tzv. mezibrus.

13.6 Měření tvrdosti podle Buchholze

Nejvyšší tvrdost povrchu prokázal polyuretanový nátěrový systém. Nepatrně nižší hodnoty tvrdosti vykazovala akrylátová nátěrová hmota. Což bylo patrné na zkoušce stanovení tvrdosti podle Buchholze, kde byly hloubka vniknutí v průměru okolo 10 μm (91 stupňů Buchholze), respektive 12 μm (83 stupňů Buchholze). Průměrnou tvrdost vykazoval nátěrový systém HAC 8 – tzn. vodouředitelný základ

transparentní + voda, kde byla průměrná hloubka vniknutí 21 µm (63 stupňů Buchholze). U nátěrové systému HFC 23 910, který v této zkoušce vycházel nejhůře, dosahovaly hodnoty vniknutí až na 36 µm (mimo stupnici Buchholz).

Uvedené hodnocení tvrdosti dokončeného povrchu mohlo být zkresleno například z důvodu nerovnoměrnosti tloušťky nánosu.

13.7 Zkouška odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce podle BS 3962

Všechny vzorky až na jeden dosáhly nejlepšího hodnocení tj. stupně 5. Pouze jediný vzorek byl ohodnocen stupněm 4, přičemž se jednalo o vodou ředitelný nátěrový systém HFC 23910. A to především z toho důvodu, že v místě stopy po dopadu kuličky, byl dokončený povrch nepatrně popraskán.

13.8 Zkouška tvrdosti nátěrového filmu tužkami

U většiny vzorků jako první porušila povrch tužka o tvrdost 8 s výjimkou vodouředitelného laku HAC 8 + HEC 54, kde na dýhovém podkladu došlo k poškození už u tvrdosti 7. To znamená, že uvedený nátěrový systém v této zkoušce nesplnil požadavky na funkční skupinu nábytkových ploch B, kam patří i skříňový nábytek.

13.9 Zkouška přilnavosti nátěru - mřížková zkouška

Jediným nátěrovým systémem, kde byla udělena klasifikace 1, byl vodou ředitelný nátěrový systém HAC 8 + HEC 54. Důvodem byl drobně odloupený nátěr kolem řezů. Plocha poškození byla menší než 5 %.

13.10 Odolnost nátěrového filmu vůči studeným kapalinám ČSN EN 12720 (91 0280)

V této zkoušce dopadl nejlépe polyuretanový nátěrový systém, který měl u všech druhů kapalin nejvyšší stupeň 5, tzn. žádné poškození.

Akrylátový lak měl snížený stupeň hodnocení u kávy na vzorku z masivního dřeva, a to konkrétně na stupeň 4, což je stále vyhovující dle požadavkové normy ČSN 91 0102.

Vodouředitelný systém HFC 23 910 vykazoval snížený stupeň u fyziologického roztoku, kávy, etanolu, čisticího prostředku a čaje. U všech těchto kapalin bylo dosaženo stupně 4, což je opět stále vyhovující.

Vodou ředitelný systém HAC 8 + HEC 49 dosahoval nejnižších odolností vůči studeným kapalinám. Konkrétně se jednalo o stupeň 3 u kávy, vína a etanolu. To znamená, že uvedený lak v této zkoušce nesplnil požadavky na funkční skupinu nábytkových ploch B, kam patří i skříňový nábytek.

13.11 Odolnost proti působení suchého a vlhkého tepla

V této zkoušce dopadl nejlépe akrylátový nátěrový systém, který dosáhl u suchého i vlhkého tepla stupně 5, tzn. bez poškození.

Polyuretanová nátěrová hmota vykazovala snížené hodnocení u vlhkého tepla, kvůli drobným změnám v lesku na stupeň 4.

Vodou ředitelný systém HAC 8 + HEC 49 měl znatelné stopy poškození (uvést jaké) po zkoušce vlhkým teplem, a proto mu byl udělen stupeň 2. To znamená, že uvedený nátěrový systém v této zkoušce nesplnil požadavky na funkční skupinu nábytkových ploch B, kam patří i skříňový nábytek.

Vodouředitelný systém HFC 23 910 měl znatelné stopy poškození po zkoušce vlhkým teplem (uvést jaké), a proto mu byl udělen stupeň 2. To znamená, že uvedený lak v této zkoušce nesplnil požadavky na funkční skupinu nábytkových ploch B, kam patří i skříňový nábytek.

14 Závěr

Diplomová práce se v teoretické části zabývala analýzou současných povrchových úprav s větším důrazem na vodou ředitelné nátěrové hmoty. Byly zde představeny technologie nanášení nátěrových hmot, základní charakteristika rozpouštědel, přípravy povrchu a popsány vady, které se mohou objevit na nátěrovém filmu. Práce zahrnovala také praktickou část, ta začala přípravou zkušebních vzorků, na nichž následně probíhalo ověření fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů, které bylo provedeno pomocí čtyř vybraných nátěrových systémů. Z naměřených výsledků bylo poté podle normy ČSN 91 0102 vyhodnoceno, zda jsou vybrané nátěrové hmoty vhodné pro povrchovou úpravu na skříňový nábytek, což je podle skupin označování nábytkových ploch skupina B (ostatní pracovní plochy).

Zvoleným podkladovým materiálem na výrobu zkušebních vzorků byla buková spárovka a DTD dýhovaná bukovou dýhou. Nátěrové systémy byly zakoupeny od firmy Milesi. Jednalo se o dvě vodou ředitelné nátěrové hmoty (základ HAC 8 + vrch HEC 54 a univerzální základ i vrch HFC 23 910), polyuretanová nátěrová hmota (LBA 42 + LGA 22) a akrylátová nátěrová hmota (LJA 99 + LUA 464). Tyto nátěrové systémy podstoupily zkoušku obsahu netěkavých látek a rychlosti zasychání. Následné nanesení nátěrových hmot na zkušební vzorky probíhalo pneumatickým stříkáním ve firmě Jan Čtvrtník, která se zabývá zakázkovou výrobou nábytku a vybavením interiérů. Na zkušební vzorky se nátěrová hmota nanášela v jedné vrstvě základním lakem a po tzv. mezibrusu následovala jedná vrstva vrchního laku. Zkušební vzorky se po nanesení nátěrových systémů nechaly 30 dnů klimatizovat v provozních podmínkách. Poté byly zkušební vzorky podrobeny stanovení fyzikálně-mechanických vlastností dokončených povrchů, mezi které patřilo stanovení vzhledových vlastností, měření tloušťky nánosu, stanovení stupně lesku povrchu, měření tvrdosti podle Buchholze, odolnost vůči padající kuličce, stanovení povrchové tvrdosti tužkami, přilnavost

nátěrového filmu (mřížková zkouška), odolnost vůči studeným kapalinám a odolnost vůči působení suchého a vlhkého tepla.

Zhodnocení kvalitativních vlastností nátěrových hmot a závěry pro praxi:

Akrylátový nátěrový systém LJA 99 + LUA 464 má po nanesení příjemný hladký a slabě nažloutlý povrch. Mezi jeho přednosti patří především rychlé zasychání, vysoká povrchová tvrdost, velmi dobrá odolnost proti studeným kapalinám i studenému a vlhkému teplu. Akrylát vyhověl všem ověřovacím zkouškám a je možné jej bez problémů používat na skříňový nábytek.

Polyuretanový nátěrový systém LBA 42 + LGA 22 má po nanesení příjemnou slabě žlutou barvu a je příjemný na dotek. Mezi jeho přednosti patří tvrdost nátěru a vynikající odolnost proti studeným kapalinám. Má průměrnou dobu zasychání, přičemž vyhověl všem zkouškám a je možné jej bez problému používat na povrchové úpravy skříňového nábytku.

Vodouředitelný nátěrový systém HAC 8 + HEC 54 má příjemně hladký povrch a nijak nemění přirozenou barvu dřeva. Tato nátěrová hmota dosahuje průměrné tvrdosti povrchu. Mezi jeho nevýhody se řadí dlouhá doba zasychání, nízká odolnost proti vlhkému teplu a studeným kapalinám, zejména pak vínu, kávě a etanolu. Po zhodnocení všech zkoušek bylo dosaženo závěru, že tato nátěrová hmota po nanesení jedné vrstvy základu a jedné vrstvy vrchního laku není vhodná pro skříňový nábytek.

Vodou ředitelný nátěrový systém HFC 23 910 má příjemně hladký povrch a ponechává přirozené zbarvení dřeva. Mezi jeho přednosti patří dobrá přilnavost nátěru, odolnost proti padající kuličce, má průměrnou odolnost vůči studeným kapalinám. Nátěrový film má nízkou tvrdost a špatně odolává vlhkému teplu. Po zhodnocení všech zkoušek bylo konstatováno, že tato nátěrová hmota není

vhodná pro použití na skříňový nábytek, a to především z důvodu nízké odolnosti vůči vlhkému teplu.

15 Summary

Thesis in theoretical part dealt with the analysis of contemporary finishes with a greater emphasis on water-borne paints. There were introduced technologies of paint solvents basic characteristics, surface preparation and described defects that may appear on film. The work also included its practical part. It started with the production of samples on which testing was carried out four selected coating systems. From the measured results are then according to ČSN 91 0102 evaluated whether the selected coatings suitable for using on cabinet furniture, which according to the group referred to furniture surfaces Group B (other desktop).

Selected material samples were beech boards and DTD covered with beech veneer. Coating systems were purchased from Milesi. They were selected by two water-borne paints (base HAC 8 + top HEC 54 and universal base and top HFC 23 910), polyurethane paint (LBA 42 + LGA 22) and acrylic paint (LJA 99 + LUA 464). These coating systems underwent examination of solids content and rate of drying. Subsequent application of paints on test samples was carried out by pneumatic spraying Jan Čtvrtník company, which is engaged in custom manufacturing of furniture and interiors. Samples of the paint were spotted in one layer base and one top layer. The test specimens after applying coating systems 30 days left to evaporate. After that samples were tested on visual assessment, coating thickness measurement, measuring shine, hardness measurements Buchholz, bullet resistance test, determination of hardness pencils, grid test, resistance to cold liquids and resistance to wet and dry heat.

Evaluation of paints and conclusions for practice:

Acrylic paint system LJA 99 + LUA 464 has a nice smooth after applying a slightly yellowish surface. Among its advantages are fast drying, high hardness,

very good resistance to cold liquids and cold and damp heat. Acrylic paint system seamlessly passed all tests and can be easily used for cabinet furniture.

Polyurethane coating system LBA 42 + 22 LGA has after applying a slight yellow color and it is pleasant to the touch. Its advantages include coating hardness and excellent resistance to cold liquids. It has an average drying time and all tests passed without any problems and can be easily used for the surface treatment of furniture.

Waterborne paint system HAC 8 + 54 HEC offers warmly smooth surface and does not alter the natural color of the wood. This coating has an average surface hardness. Among its disadvantages include the long drying time, poor resistance to damp heat and cold liquids, especially wine, coffee and ethanol. After evaluating all the tests I have concluded that the paint after applying one layer and one base layer top is not suitable for cabinet furniture.

Waterborne paint system HFC 23 910 has a pleasantly smooth surface and retains the natural colour of the wood. Its advantages include good paint adhesion, resistance to falling bullet, it has an average resistance to cold liquids. The paint film has low hardness and poorly withstand the humid heat. After evaluating all the tests the paint is not suitable for using in cabinet furniture because of poor resistance to damp heat.

16 Zdroje

16.1 Seznam literatury

LIPTÁKOVÁ, E., SEDLIČIK, M. Chémia a aplikácia pomocných látok v drevarskom priemysle, Bratislava: ALFA, 1989, ISBN 80-05-00116-9

POLÁŠEK, J: Zkoušení nátěrových hmot a povrchových úprav. Část II. Nábytek. Brno: MZLU, 2003. ISBN 80-7157-660-3

MELOUN, Milan. Rozhodující faktory ovlivňující tvorbu a vlastnosti vybraných nátěrových filmů vodou ředitelných hmot nanesených na podkladovém materiálu na bázi dřeva, 2008. Disertační práce. Mendelova univerzita.

KALEDOVÁ, A., KALENDA, P. Technologie nátěrových hmot. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice 2004. ISBN 80-7194-854

TESAŘOVÁ, D., HLAVATÝ, J., ČECH, P. Povrchová úprava dřeva, lakování, moření, lazurování a lepení. Praha: Grada 2014. ISBN 9788024745046

Bielák, Lukáš. Vliv přípravy povrchu dílce na kvalitu povrchové úpravy za použití nátěrových hmot vytvrzujících UV zářením, 2013. Diplomová práce. Mendelova univerzita.

Šenkyřík, Tomáš. Povrchová úprava čelních ploch kuchyňského nábytku v transparentním provedení u menších a středních firem. 2007. Diplomová práce. Mendelova univerzita.

Melichar, Martin. Vliv povrchu materiálu na bázi dřeva před dokončováním na konečné vlastnosti povrchové úpravy. 2013. Diplomová práce. Mendelova univerzita.

Meloun, Milan. Zasychání vodou ředitelných laků před stohováním nábytkových dílců. 2006. Diplomová práce. Mendelova univerzita.

Dvořák, Karel. Dokončování povrchových úprav pracovních nábytkových ploch. 2007. Bakalářská práce. Mendelova univerzita.

Suchý, Aleš. Porovnání fyzikálně mechanických a ekologických vlastností PUR nátěrových hmot. 2006. Bakalářská práce. Mendelova univerzita.

Navrátil, Michal. Povrchová úprava nábytkových dílců polyuretanovými nátěrovými hmotami. 2009. Bakalářská práce. Mendelova univerzita.

16.2 Internetové zdroje

Milesi. [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.psr-milesi.cz/uvod/>

Elektrophysik [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <https://www.elektrophysik.com/products/gloss/picogloss-503.html>

Byk [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.byk.com/fileadmin/byk/support/instruments/downloads/support-downloads/public/Manuals/Physical%20Properties/Film%20Thickness/byko-cut%20universal/Full%20Version%20English/183019275-0901.pdf>

Betafiniš [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.betafinis.cz/strikaci-pistole-est-314>

DeFelsko [online]. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <http://www.defelsko.com/p200/positector200.htm>

16.3 Normy

ČSN 91 0102. Nábytek - povrchová úprava dřevěného nábytku - technické požadavky

ČSN EN 12720: Hodnocení odolnosti povrchu proti působení studených kapalin

ČSN EN 13 722: Metody zjišťování lesku povrchu

ČSN EN 67375: Stanovení povrchové tvrdosti nátěru tužkami

ČSN 910272: Zkoušení povrchové úpravy nábytku. Hodnocení vzhledových vlastností

ČSN EN 12722: Odolnost proti působení suchého tepla

ČSN EN: 12721: Odolnost proti působení vlhkého tepla

ČSN ISO 2409 (67 3085): Nátěrové hmoty. Mřížková zkouška

ČSN EN ISO 325 1 (ČSN 67 3031): Stanovení netěkavých podílů v nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty

BS 3962: Zkouška odolnosti povrchové úpravy proti padající kuličce

17 Seznamy

17.1 Seznamy obrázků

OBR. 1: POROVNÁNÍ DOBY ZASYCHÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT (MELOUN 2008)	22
OBR. 2: PŘÍPUSTNÉ MNOŽSTVÍ DEFEKTŮ VZHLEDEM KE SKUPINĚ NH (ČSN 91 0102)	36
OBR. 3: OZNAČOVÁNÍ SKUPIN NÁBYTKOVÝCH PLOCH (ČSN 91 0102)	37
OBR. 4: STŘÍKACÍ PISTOLE ESTT 314	49
OBR. 5: PICOGLOSS 503	50
OBR. 6: BYKO-CUT UNIVERSAL	51
OBR. 7: MIKROTVRDOMĚR FL – 2000 H	51
OBR. 8: PŘÍPRAVKY PRO STANOVENÍ TVRDOSTI TUŽKAMI	52
OBR. 9: POSITECTOR 200	52
OBR. 10: NANÁŠECÍ PRAVÍTKO	53
OBR. 11: VIZUÁLNÍ ZHODNOCENÍ VZORKŮ	63

17.2 Seznamy tabulek

TAB. 1: ZNAČENÍ VZORKŮ 1/2	38
TAB. 2: ZNAČENÍ VZORKŮ 2/2	39
TAB. 3: VÁHY A NÁNOSY ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ Č. 1	39
TAB. 4: VÁHY A NÁNOSY ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ Č. 2	40
TAB. 5: VÁHY A NÁNOSY ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ Č. 3	40
TAB. 6: VÁHY A NÁNOSY ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ Č. 4	41
TAB. 7: TEPLoty NA STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ NH (ČSN 67 3031)	54
TAB. 8: POPIS STUPŇŮ ZASYCHÁNÍ (ČSN 67 3052)	55
TAB. 9: PŘEVODNÍ TABULKA BUCHHOLZ	57
TAB. 10: STUPNĚ ODOLNOSTI PROTI PADAJÍCÍ KULIČCE (BS 3962)	58
TAB. 11: STUPNĚ PŘILNAVOSTI NÁTĚRU (ČSN 67 3085)	60
TAB. 12: STUPNĚ ODOLNOSTI VŮČI STUDENÝM KAPALINÁM (ČSN 91 0280)	61
TAB. 13: DÉLKY TRVÁNÍ ZKOUŠKY ODOLNOSTI VŮČI STUDENÝM KAPALINÁM (ČSN 91 0280)	61
TAB. 14: VYBRANÉ DÉLKY ZKOUŠKY ODOLNOSTI VŮČI STUDENÝM KAPALINÁM	62

TAB. 15: STUPNĚ ODOLNOSTI VŮČI SUCHÉMU A VLHKÉMU SVĚTLU (ČSN 91 0278)	62
TAB. 16: MĚŘENÍ TLOUŠŤKY NÁNOSU Č. 1	64
TAB. 17: MĚŘENÍ TLOUŠŤKY NÁNOSU Č. 2	64
TAB. 18: MĚŘENÍ TLOUŠŤKY NÁNOSU Č. 3	64
TAB. 19: MĚŘENÍ TLOUŠŤKY NÁNOSU Č. 4	65
TAB. 20: STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ LJA 99	65
TAB. 21: STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ LUA 464	65
TAB. 22: STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ LBA 42	66
TAB. 23: STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ LGA 22	66
TAB. 24: STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ HAC 8	66
TAB. 25: STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ HEC 54	66
TAB. 26: STANOVENÍ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ HFC 23 910	67
TAB. 27: ZKOUŠKA DOBY ZASYCHÁNÍ LJA 99 + LUA 464	68
TAB. 28: ZKOUŠKA DOBY ZASYCHÁNÍ LBA 42 + LGA 22	69
TAB. 29: ZKOUŠKA DOBY ZASYCHÁNÍ HAC 8 + HEC 54	70
TAB. 30: ZKOUŠKA DOBY ZASYCHÁNÍ HFC 23 910	71
TAB. 31: MĚŘENÍ LESKU LJA 99 + LUA 464	72
TAB. 32: MĚŘENÍ LESKU LBA 42 + LGA 22	73
TAB. 33: MĚŘENÍ LESKU HAC 8 + HEC 54	74
TAB. 34: MĚŘENÍ LESKU HFC 23 910	75
TAB. 35: MĚŘENÍ TVRDOSTI LJA 99 + LUA 464	77
TAB. 36: MĚŘENÍ TVRDOSTI LBA 42 + LGA 22	77
TAB. 37: MĚŘENÍ TVRDOSTI HAC 8 + HEC 54	78
TAB. 38: MĚŘENÍ TVRDOSTI HFC 23 910	78
TAB. 39: ODOLNOST PROTI PADAJÍCÍ KULIČCE LJA 99 + LUA 464	79
TAB. 40: ODOLNOST PROTI PADAJÍCÍ KULIČCE LBA 42 + LGA 22	79
TAB. 41: ODOLNOST PROTI PADAJÍCÍ KULIČCE HAC 8 + HEC 54	79
TAB. 42: ODOLNOST PROTI PADAJÍCÍ KULIČCE HFC 23 910	80
TAB. 43: ZKOUŠKA TVRDOSTI TUŽKAMI LJA 99 + LUA 464	80
TAB. 44: ZKOUŠKA TVRDOSTI TUŽKAMI LBA 42 + LGA 22	80
TAB. 45: ZKOUŠKA TVRDOSTI TUŽKAMI HAC 8 + HEC 54	81
TAB. 46: ZKOUŠKA TVRDOSTI TUŽKAMI HFC 23 910	81
TAB. 47: MŘÍŽKOVÁ ZKOUŠKA LJA 99 + LUA 464	81
TAB. 48: MŘÍŽKOVÁ ZKOUŠKA LBA 42 + LGA 22	82
TAB. 49: MŘÍŽKOVÁ ZKOUŠKA HAC 8 + HEC 54	82
TAB. 50: MŘÍŽKOVÁ ZKOUŠKA HFC 23 910	82
TAB. 51: ODOLNOST VŮČI STUDENÝM KAPALINÁM	83

TAB. 52: ODOLNOST VŮČI SUCHÉMU A VLHKÉMU TEPLU LJA 99 + LUA 464	83
TAB. 53: ODOLNOST VŮČI SUCHÉMU A VLHKÉMU TEPLU LBA 42 + LGA 2284	84
TAB. 54: ODOLNOST VŮČI SUCHÉMU A VLHKÉMU TEPLU HAC 8 + HEC 54	84
TAB. 55: ODOLNOST VŮČI SUCHÉMU A VLHKÉMU TEPLU HFC 23 910	84
TAB. 56: POŽADAVKY NA FYZIKÁLNĚ MECHANICKÉ VLASTNOSTI FUNKČNÍ SKUPINY B (ČSN 91 0102)	85

17.3 Seznam grafů

GRAF 1: SROVNÁNÍ LESKŮ V PODÉLNÉM SMĚRU POD ÚHLEM 60 °	76
GRAF 2: SROVNÁNÍ LESKŮ V PŘÍČNÉM SMĚRU POD ÚHLEM 60 °	76

17.4 Seznam zkratek

NH	Nátěrová hmota
Obr.	Obrázek
Tab.	Tabulka
č.	Číslo
ČSN	Česká státní norma
ČSN EN	Česká státní norma harmonizující s evropskou normou
ISO	International organization of standartization
BS	British standart
PUR	Polyuretanové nátěrové hmoty
UV	Ultrafialové záření
EBC	Electron beam curing
MFT	Minimální filmotvorná teplota
PVAC	Polyvinylacetát
NC	Nitrocelulosa
m	Hustota zaplněné plochy
g	Stupeň hodnocení
DTD	Dřevotřísková deska
LJA 99	Akrylátový základ transparentní
LUA 464	Akrylátový vrch transparentní
LBN 99	Tužidlo na akrylátový lak
LZC 1026	Ředidlo
LBA 42	Polyuretanový základ transparentní

LGA 22	Polyuretanový vrch transparentní
HFC 23 910	Vodouředitelný lak základ/vrch
HAC 8	Vodouředitelný základ transparentní
HEC 54	Vodouředitelný lak vrchní

18 Přílohy

Příloha č. 1: Technické listy použitých nátěrových hmot